
3 3433 06636580 4





Gayffier
3-VDB

ENCYCLOPÉDIE-RORET.



PONTS ET CHAUSSÉES

SECONDE PARTIE.

PONTS, AQUEDUCS, etc.

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'*Encyclopédie-Ro*
valu les honneurs de la traduction, de l'imitatio
contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la
de l'Editeur.

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DES

PONTS ET CHAUSSÉES

SECONDE PARTIE.

PONTS, AQUÉDUCS, ETC.

Par J. DE GAYFFIER,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Chevalier de la Légion d'Honneur et de l'Ordre Royal de la Conception de Portugal, membre résidant de la Société centrale d'Agriculture, Sciences et Arts du département du Nord.

Ouvrage orné de Figures.

NOUVELLE ÉDITION TRÈS-AUGMENTÉE.

PARIS,

LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, N° 12,

Et chez CARILIAN et DALMONT, Quai des *Augustins*, n° 49.

1852.

.BLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE SECTION.

CHAPITRE 1.er — PAGES.

CHAPITRE I.

DES MATÉRIAUX

d'entrer dans les [illegible]
indispensable d'avoir [illegible]
on y emploie ; de leur [illegible]
nd la durée de l'édifice [illegible]
en choisir, il faut [illegible]
leurs qualités [illegible]
faut connaître [illegible]
[illegible]

combinaisons *binaires*, tertiai
la composition de toutes les r
qu'elles soient.

On appelle *roches* les substa
masse assez considérables po
parties constituantes de l'édific
présentent qu'un seul minéral
soit qu'elles en présentent plu
Les autres substances minérale
petite quantité, s'appellent mi
engagés dans les roches en *am*
etc., etc.

Les roches sont simples ou
sont formées d'une seule ou d
nérales Ces substances, dont
principales bases, sont: les
sulfure de fer, le carbone, la
lomie, la chaux sulfatée, l
mica, la serpentine, la chlori
l'amphibole. Les différents mi
composition des roches sont d
à l'égard des autres. Cette diff

forts petits, tantôt arrondis, tantôt anguleux,
ient gros, comme une noisette, par exemple,
d le nom de *brèche* ou de *poudingue :* brèche
ents sont anguleux, à bords aigus; poudingue
rondis.

ches composées de parties minérales agrégées
: autres, sans ciment, sont à *structure grani-*
est le granite proprement dit, composé de
eldspath et de quartz avec des paillettes de

ches composées comme les précédentes, mais
lles les minéraux composant sont plus étendus
:s que dans les autres et disposés de manière
:s feuillets distincts, sont à *structure schis-*
:st le schiste micacé consistant en petites pla-
ırtz et en petits feuillets de mica, placés les
autres.

ches composées d'une pâte dans laquelle se
gangués des minéraux isolés d'un petit vo-
texture *porphyrique* ou *amygdaloïde*. Ces mi-

sés en petites plaques séparées par des feuillets de mic
qui donnent la structure schisteuse.

8. Dans quelques granites on trouve de gros cristau
de feldspath différents des grains de cette même subs
tance qui font partie de la masse, ils donnent un exempl
de la structure *granitique* et *porphyrique*.

9. Les roches composées de substances minérales réu
nies et mélangées sans aucun ordre déterminé sont d
structure irrégulière. Le vert antique qui est un mélang
de calcaire et d'une serpentine à pâte très-fine en offr
un exemple.

10. Parmi les matérieux employés aux constructions
on distingue principalement la pierre, la brique, le bois
le fer, les métaux, la chaux, le sable et le plâtre.

Les caractères apparents ou physiques des matériau
en les considérant suivant l'ordre dans lequel ils se pré
sentent au constructeur sont : la couleur, la transparenc
la texture qui fait pressentir les différences que nous ve
nons d'indiquer ; la dureté, la tenacité, qualités qu'o
ne doit pas confondre; la première est la résistance qu'o
pose un corps à être rayé par un autre, par une poin
d'acier, par exemple ; la deuxième est la résistance a
choc du marteau : la pierre à fusil jouit d'une grande d
reté et n'est pas tenace ; la pierre à plâtre est peu dure
ne cède pas facilement au choc du marteau.

Si l'on discute l'importance de ces principaux cara
tères, on reconnait facilement qu'ils ne peuvent servir
base de classification des matériaux, car souvent ils so
extrêmement différents dans des substances, qui cependa
ne sont évidemment que des variétés de la même espèc
Ainsi la pierre calcaire, l'une des substances les plus r
pandues dans la nature, possède tous les genres de textu
indiqués ci-dessus. En effet, on la trouve souvent cristal
sée, dans les fentes et cavités des terrains calcaires ; el
a une texture saccharoïde, dans le marbre blanc statuair
compacte, dans la plupart des marbres employés dans l
usages habituels, terreuse dans la craie. Plusieurs autr
substances de même espèce présentent les mêmes variét
de texture, il est donc impossible de prendre ce caracté

ıse d'une classification, mais il est très-propre ɔusdiviser une même espèce en plusieurs sous-

ɔuleur est un caractère encore moins spécifique exture, elle varie suivant les mélanges accidentels illent les substances et en modifient la couleur à

ıreté et la tenacité sont également des caractères iables dans la même espèce, dont les variétés être plus ou moins dures, plus ou moins tenaces, dans certaines limites, soit par le résultat des ɜs, soit par la nature de leur texture, ou les altéqu'elles ont subies.

ʌ classification des matériaux qu'il est le plus cond'adopter dans l'art de bâtir, est celle qui résulte nposition chimique Nous nous occuperons d'abord res et nous les diviserons en :

CALCAIRES,

ARGILEUSES,

GYPSEUSES,

SILICEUSES,

COMPOSÉES,

PIERRES CALCAIRES.

ierres calcaires sont rayées par une pointe d'acier, ɜrvescence avec les acides et donnent de la chaux alcination. Elles présentent de grandes variétés de , du blanc au jaunâtre, au bleuâtre, ou rouge, au : et au noir. Ces teintes résultent de substances ɜes qui sont souvent faciles à distinguer, ainsi le ʌ donné par un oxide de fer, le gris et le noir par ières charbonneuses et bitumineuses d'une grande le verdâtre par le talc, etc.

classe comprend le plus grand nombre de pierres : dans les constructions; elle est très-abondamment ɜe dans la nature et se présente sous plusieurs états stincts, nous allons décrire les variétés qui peuvent er l'ingénieur.

La pesanteur spécifique de cette pierre varie de 2 à 2,90.

Calcaire Saccharoïde.

42. Cette variété est mieux connue sous le nom marbre, elle est plus tenace et plus dure que les aut calcaires, sa cassure est analogue à celle du suc comme lui elle offre une multitude de points brilla Cette ressemblance lui a fait donner le nom de sacc roïde; le grain est plus ou moins gros. La texture cristalline ou semi cristalline. Parfaitement pur, ce c caire est d'un blanc éclatant, translucide sur les bor tel est le marbre blanc de carare. Dans les marbres lorés on le trouve pur soit en lignes brisées, soit à place des débris organiques, tels que coquilles, auxq il s'est substitué et dont il reproduit les contours plus déliés. En général tous les marbres statuaires des calcaires de cette variété, de même que les plus timés en architecture, tels que le bleu turquin et le ja antique. Dans un état de cristallisation plus avancé calcaire saccharoïde prend la texture lamellaire, m cette sous-espèce se trouve généralement en très pe quantité et ne mérite pas de fixer l'attention du constr teur, elle forme les stalactites que l'on trouve dans grottes. Quand au contraire, la cristallisation est m avancée le grain devient plus fin et la roche passe au c caire compacte.

Le calcaire saccharoïde se rencontre dans les terr primitifs, c'est-à-dire, dans ceux que l'on suppose for la croûte la plus ancienne du globe. Plus la cristallisa est parfaite plus il paraît appartenir aux formations ciennes.

Ce calcaire est ordinairement très pur et donne pa calcination de la chaux grasse. Cependant il y a une riété qui est quelquefois très blanche et à texture lamell ou saccharoïde qui contient du carbonate de magné Celle-là ne donne qu'une mauvaise chaux maigre, hydraulique, c'est-à-dire ne pouvant durcir dans l' Elle est connue sous le nom de *dolomie*, quelquefois ne présente pas la texture cristalline, alors elle doit rangée dans la classe des calcaires compactes.

CALCAIRE COMPACTE.

› a une texture compacte, un grain plus fin que le précédent, et un aspect homogène ; comme la pierre lithographique ou le cli- ›rise facilement et présente une cassure lisse , c'est-à-dire en lignes arrondies ; d'autres lus dur et plus tenace, sa cassure est es- est-à-dire en forme de la cassure des os ou ésente des éclats translucides. Les couleurs de s variétés sont ternes, jaune-clair, jaunâtres, ises et noires ; lorsque le grain en est très euvent prendre un beau poli, elles sont les :es et les plus dures, mais aussi les moins ré-

ès du calcaire compacte les plus communes visible, un peu lâche, quelquefois terreux ; t à la langue, sont entièrement opaques, la it inégale et souvent rude au toucher.

e compacte est très abondant, il constitue la partie des formations secondaires. Il présente mélanges d'argile, de silice et de magnésie, ux premières de ces substances qu'est due la certains de ces calcaires de donner de la ulique, sur laquelle nous reviendrons. Le pacte fournit une grande variété de marbres is ils sont moins estimés généralement que ure cristalline, leur dureté est moindre et ils qu'un poli moins beau.

irs des marbres bigarrés sont dues aux oxides on leur a donné des dénominations puisées pparence, soit dans la couleur, quelques uns ux sont le *veiné ; l'œil d'oiseau ;* le *brèche* petits fragments anguleux empatés dans un ire naturel ; *le poudingue* qui ne diffère du ce que les fragments sont arrondis au lieu eux ; *le coquillé* qui contient différentes co- par un ciment calcaire ; le *vert-antique* , calcaire et de serpentine à pâte très-fine, etc. eurs et constructeurs comprennent ordinaire- nom de *marbre* toutes les pierres suscep- ndre un poli fin, et c'est même la vraie

gnification de ce mot. Ainsi les anciens appelaient
bres, les granites, les porphyres, les jaspes et l
bâtres. Maintenant il est d'usage de n'appliquer cett
nomination qu'aux pierres calcaires, à texture crist
ou compacte, susceptibles de prendre le poli.

Parmi les variétés du calcaire compacte nous
querons :

1.° Le Calcaire Concrétionné.

Le travertin appartient à cette classe de calcair
sont souvent ferrugineux, quelquefois siliceux, d
tenaces, d'un grain fin, ordinairement celluleux et
caverneux. La cassure est très inégale, elle présent
parties lisses, compactes et d'autres raboteuses. Le
vertin de Rome a le grain très fin mais il est persil
couleur est foncée, il résiste bien aux intempéri
l'air.

2.° Le Calcaire Crayeux.

C'est un des plus connus, la texture en est terre
grains fins ; souvent friable, quelquefois ayant ass
consistance pour être employé dans les construct
mais toujours tendre et facile à couper, couleurs cl
blanche, grisâtre et verdâtre.

3.° Le Calcaire Grossier.

Il est de texture lâche, terreuse et à grains gros
Il a quelquefois assez de consistance pour être em
comme moëllon ; couleur jaunâtre ; cassure inéga
rude au toucher.

4.° Le Calcaire Oolitique.

Le calcaire compacte qui a pris la dénominatio
calcaire oolitique, la doit à sa texture très singul
c'est une agglomération de petits grains ronds comm
seraient des œufs de poisson. Quelquefois les grains
composés de couches concentriques, ce qui fait sup
qu'ils sont produits par une concrétion.



5.° Le Calcaire Siliceux.

Le calcaire siliceux est d'autant plus dur et plus compacte qu'il est plus pénétré de silice. Le mélange des deux éléments est tellement intime qu'on ne peut les distinguer. Lorsque la silice domine, ce calcaire fait feu au briquet, et l'effervescence par les acides cesse presqu'entièrement. Quelques variétés sont susceptibles de prendre le poli. On a employé ce calcaire à la construction de plusieurs monuments à Paris, notamment de l'arc de triomphe de l'étoile, de la bourse, du château d'eau, etc.

Le calcaire fournit la plupart des pierres de taille et des moëllons employés dans les constructions. Ces pierres se distinguent en pierres tendres ou dures.

Les pierres dures sont celles qui ne peuvent se débiter qu'au moyen de la scie à l'eau et au grès : tels sont les marbres et quelques uns des bancs des carrières des environs de Paris, nommés *liais* et *cliquart*.

Les pierres tendres calcaires se débitent à la scie à dents. Celles de Conflans et de Saint-Leu, employées à Paris, sont de cette espèce.

Les qualités qui caractérisent le plus ou moins de bonté de ces pierres sont : un grain fin et homogène, une texture compacte, uniforme et d'une dureté égale, enfin la faculté de ne point absorber d'humidité.

Pierres argileuses.

15. D'après l'aspect sous lequel l'argile se présente généralement à nos yeux, c'est-à-dire sous une consistance molle, délayable et susceptible de faire pâte avec l'eau, il est assez difficile de concevoir comment cette matière a pu servir de principe constituant à certaines pierres. Cependant si l'on considère que l'argile soumise à une température très-élevée, perd la propriété de se délayer, et passe ainsi sous forme de poterie ou de briques à une consistance qui se rapproche de celle des pierres, on admettra qu'il a bien pu se produire un phénomène analogue dans la nature.

Le schiste à ardoises dont les caractères, la nuance, la

texture et la dureté sont connus de tout le monde,
vir de type aux pierres argileuses. Les schistes ne
toujours composés de lames superposées susceptib
divisées en feuilles minces, on les emploie alor
moëllons et même comme pierres de taille dans
tagne, mais quelques espèces se détruisent assez
ment à l'air.

Les variétés, qui sont de couleur verdâtre qu
sont humectées, donnent un bon moëllon pour l
tructions, quand la proportion de fer qu'elles co
est petite. Le métal en s'oxidant, détruit très-
ment la texture de la pierre et la fait éclater à la s
petits fragments ou écailles.

On trouve des schistes noirs, solides, plus o
tâchants, qui contiennent beaucoup de carbone,
nent le nom d'ampélite graphyque , les charpent
servent sous le nom de *pierre noire* en place de
Ces pierres ne font point effervescence avec le

3.° PIERRES GYPSEUSES.

16. Ces pierres sont composées d'acide sulfuri
chaux : l'espèce la plus utile pour les constructio
chaux sulfatée ou pierre à plâtre, elle contient :

Acide sulfurique . . .	46
Chaux	33
Eau	21

Elle se trouve en cristaux, en masses fibreuses,
roïdes compactes et terreuses ; suivant ces différe
elle forme cinq sous-espèces qui toutes ont peu de
et se laissent facilement rayer par l'ongle ; elles
fusibles, soumises à un feu ardent, elles s'effleur
tombent en poussière ; elles sont insolubles dans l
et donnent de l'eau quand on les calcine, ainsi qu
que leur composition. La pesanteur spécifique
pierre varie de 2,26 à 2,30.

Celle des sous-espèces qui a le plus d'importa
le constructeur est la chaux sulfatée ou pierre
saccharoïde, elle se trouve en masses ou en couc
étendues ; difficile à casser, elle prend l'empreinte
teau. Sa cassure est unie, un peu inégale, quelqu
quilleuse, parsemée de petits points scintillants. Da

', on y reconnaît une agrégation de petites masses
ses et même cristallines, qui se croisent dans tous
. Quand sa couleur est blanc de neige, elle est em-
dans les arts, sous le nom d'*albâtre gypseux*, on
des vases, des colonnes et divers autres objets de
on intérieure. Sa couleur est du reste très-varia-
en trouve de grisâtre, de jaunâtre, de rougeâtre,
âtre, elle est translucide, très-tendre, elle se
ıyer à l'ongle et couper au couteau. La pierre à
les environs de Paris, a l'apparence de la chaux
saccharoïde que nous venons de décrire ; mais
pas la même dûreté, la même transparence, ni
: pureté de couleurs. On découvre dans sa compo-
n l'examinant avec soin, des cristaux de chaux
, empâtés dans la chaux carbonatée terreuse, ou
la marne, ce qui donne au plâtre, provenant de
us-espèce, une qualité supérieure pour les cons-
s.

ierres gypseuses ne sont pas employées dans les
:tions, elles sont trop tendres.

4.° Pierres siliceuses.

e type des pierres siliceuses est le *quartz*. Quand
ır, il est composé par parties égales d'oxigène et
um. Cette matière offre un grand nombre de varié-
t la plupart n'ont point d'intérêt pour le construc-
es seules qui soient employées, sont le quartz
le, le quartz silex.

emier se trouve en grandes masses dans les Alpes,
de St.-Bernard en est en partie composé. Sa cou-
d'un gris blanchâtre, et quelquefois noirâtre : ce
dû au mélange de substances étrangères.

cond est connu sous le nom de *pierre à fusil*. Il
nd tous les quartz qui ont une apparence de con-
: il est tantôt compacte, tantôt carrié, translucide
ords, d'une couleur sale, jaunâtre, gris brunâtre
âtre. La variété compacte existe en rognons irré-
applatis dans un sens, ou en tubercules ramifiés,
lle dont on se sert souvent pour l'entretien des
On la trouve souvent dans la craie disposée comme
ches, mais sans continuité.

La variété carriée se trouve plus souv
couches non continues mélangées de coq
face de la cassure est mâte, ou avec un
pierre meulière des environs de Paris est
carrié. On s'en sert dans beaucoup de con
qui se trouve par bancs ou en grandes ma
palement à faire des meules de moulins d'
quand on la rencontre en morceaux isol
les campagnes, on en fabrique aussi des
lins, en les assemblant avec du plâtre e
fer, ou bien on l'emploie en moëllons :
excellente maçonnerie, parce que le mort
les nombreuses cavités de cette pierre.

Les grès, très employés dans les const
autre chose que le résultat et la réunion
quartz par un ciment siliceux, calcaire o
dureté varie suivant l'espèce de ciment, il
durs, d'autres qui sont friables. La cassu
tôt mâte, tantôt brillante ; leur couleur es
grise, quelquefois rougeâtre, ce qui tien
de substances étrangères.

Les grès les plus durs sont employés po
dont le grain est moins serré s'emploient
le ; enfin le grès tendre fournit les meule
outils, et les pierres à filtrer les eaux.

Cette substance est employée avec succ
tructions, soit à l'air, soit dans l'eau ; elle
fets de la gelée et ne se détruit pas à l'air
s'en sert rarement comme moëllon, parce
qu'elle faisait difficilement prise avec le m

PIERRES COMPOSÉES.

18. On nomme pierres composées celles
gées les unes aux autres. Parmi ces pierre
ques unes qui sont formées par l'agréga
des minéraux différents, accolés les uns
par la force de cohésion, soit par l'enlac
parties. Il en est d'autres, (comme le grès,
classé parmi les pierres siliceuses, parce
que des fragments de quartz) dans lesquell

éral ou les minéraux divers sont unis par un ci-
el.
ui résultent de l'agrégation immédiate des mi-
ers, sont connues sous le nom de pierres gra-
i comprend sous cette dénomination les *granites*,
et la *syenite*.

Granite. Cette pierre est composée de felds-
uartz et de mica. Ces trois minéraux sont en
tallins accolés sans laisser de vide : la propor-
incipes constituants et la dimension des grains
riable. Le feldspath domine généralement ; le
mica diminuent quelquefois de manière à dis-
certains points
path est mat, opaque, sa couleur passe du blanc
et au rouge intense, elle détermine celle du
posé quelque temps à l'air, ce minéral prend
d'un blanc terne ; lorsque ses grains sont d'une
ffisante, ils ont une texture lamelleuse.
tz est vitreux, translucide, d'une couleur va-
ès enfumé au blanc opalin ou au verre de cou-
.
est brillant, feuilleté en paillettes arrondies,
ndeur varie ordinairement depuis un centimètre
venir à peine perceptible ; sa couleur la plus
est le blanc nacré, le jaune et le noir. Il res-
elquefois aux petites écailles de poissons.
te prend rarement un beau poli à cause de l'ex-
u mica. Les constructeurs en distinguent deux
granite dur et le granite tendre.
tz abonde dans le premier, et il contient peu de
le préfère pour les constructions. Cette pierre
en grandes masses ou en blocs isolés ; on la
dans plusieurs départements de la France, prin-
t dans la Bretagne, dans les Vosges, la Bour-
'Auvergne.
erre convient à la construction des ouvrages hy-
, et surtout lorsqu'ils sont exposés au choc des
la mer. On s'en sert pour les colonnes des édi-
obélisques d'Egypte sont de l'espèce connue sous
granite oriental.
ite tendre contient fort peu de quartz, il se taille

facilement, mais il ne conserve pas bien ses arêt
forme pas de belles constructions.

20. 2.° *Gneiss.* Les minéraux constituants d
pierre sont les mêmes que ceux du granite : le fel
le quartz et le mica, la différence repose uniquem
leur mode d'association. Le caractère essentiel du
est une structure schistoïde due à l'abondance du
à sa disposition suivant des plans continus. L'aff
cohésion des divers mineraux est moins grande da
pierre que dans la précédente, sa texture est auss
compacte; il est par suite tout-à-fait impropre à êt

21. 3.° *Syenite.* C'est un granite dans lequel
est remplacé par l'amphibole (hornblende), aussi
cette dernière substance est très-disséminée est-il
très-difficile de la distinguer. La couleur général
masse est tantôt grise, tantôt rougeâtre Quand la
est humectée, les molécules d'amphibole se disti
quelquefois facilement à leur teinte verdâtre. Plus l
tend à disparaître, plus la syenite diffère du grani
Sous le rapport de la force, de la dureté et de la
le granite, le gneiss et la syenite occupent le p
rang parmi les matériaux de construction.

BASALTE.

22. Le basalte est encore une pierre composée d
rents éléments dont nous avons parlé, on le trouve
terrains volcaniques, il forme des masses, des cou
coulées considérables. Sa couleur est d'un noir g
sa cassure est inégale, plutôt esquilleuse que con
Les basaltes sont lourds, tenaces, accidentel
semi-vitreux. Leur texture est quelquefois très-bull
cellulaire, mais c'est le cas le moins fréquent. L
est d'un grain fin et serré il peut prendre un beau

23. 5.° *Porphyre.* D'après la définition que nou
donnée de la structure porphyrique, il y a des po
de différentes natures; ainsi lorsqu'on rencontre d
taux de feldspath dans une pâte de granite, on a
phyre granitique; lorsque les cristaux de feldspath

ren: on rencontre des cristaux de quartz dans
; feldspathiques et l'on a les porphyres
ui sont les plus répandus ; ils ne prennent
le poli que les précédents et ils sont géné-
as compactes.

re est une matière très difficile à travailler,
it le haut prix des objets auxquels on l'em-
st presque exclusivement réservée pour les
itérieures.

enons d'exposer la classification générale des
le rapport scientifique. Mais les ouvriers,
sidérant que sous des rapports plus faciles à
saisir, se bornent à les classer, abstraction
principes constituants, en pierre tendre et
e.

parlé de cette qualité dans chacune des es-
s.

on ou grandeur du bloc produit encore une
, en *pierre de taille*, en *moellon*, ou en *li-*

s de taille sont celles qui peuvent prendre
nvenable à l'emploi qu'on veut en faire, ce

rement est taillé à la pointe ; c'est de la pierre de tail
de petit appareil.

On distingue enfin une troisième espèce de moellon
c'est le moellon smillé, ce sont les plus forts morceau
des moellons ordinaires que l'on équarrit grossièrement a
marteau nommé smile, pour l'employer aux parements.

Les qualités essentielles à prendre en considération dan
le choix des pierres à bâtir sont la force, la dureté et l
durée. Il est remarquable que l'une quelconque de ce
qualités est le plus souvent accompagnée des deux autres
Il serait imprudent d'estimer la qualité d'une pierre à bâti
d'après son apparence, on peut cependant dire d'une ma
nière générale qu'une texture serrée, un grain fin, une
couleur foncée et une grande pesanteur spécifiques sont le
indices d'une bonne pierre. Il est inutile de dire que cer
tains défauts que l'on constate par l'examen le plus simple
tels que les fentes, les parties tendres, les fissures, le
cavités et les minéraux étrangers particulièrement les com
posés de fer, doivent faire rejeter une pierre, bien que d
reste elle soit d'une bonne composition. Une très-grand
dureté est aussi un motif légitime d'exclusion, si le trava
de la taille nécessite des frais hors de proportion avec l
destination des matériaux, ou bien encore s'ils doivent êtr
employés en marches ou pavages, parce que les pierre
douées d'une très grande dureté deviennent glissantes pa
le frottement et peuvent ainsi donner lieu à des accidents

Dans les travaux de maçonnerie, on doit avoir soin d
poser les pierres dans la même position que dans leur l
de carrière. Elles resistent mieux de cette manière à l
pression qu'elles doivent supporter. Les maçons intelligent
ont toujours soin de ne jamais poser des pierres en *délit*

Une des qualités les plus indispensables des pierres e
de résister à l'action de la gelée, ou de n'être point *gé*
lives. Avant d'employer une pierre qu'on ne connaît pa
sous ce rapport, on doit la soumettre à l'expérience.

25. Les caractères extérieurs suffisent quelquefois pou
reconnaître les pierres gelives; ainsi les pierres siliceuses
les calcaires siliceux, les calcaires saccharoïdes, les cal
caires compactes et esquilleux, résistent très bien à l'ac
tion de la gelée. Parmi les grès, ceux à ciment siliceu
n'éprouvent aucune altération par l'intempérie des saisons

s cas particuliers, les caractères extérieurs
ir de guide pour le choix des pierres, le plus
it, ils ne sont d'aucuns secours, surtout pour
. Pour comprendre l'action destructive de la
taines pierres, il faut se rappeler que l'eau,
l'état liquide à l'état de glace, augmente de
it cette espèce de dilatation qui fait éclater les
squels on a laissé de l'eau en hiver pendant
ées; le même effet se produit sur les pierres.
: espèces de pierres plus gelives que toutes les
s qui contiennent de l'argile, et celles qui pré-
avités telles que la glace ne peut avoir d'ex-
n les brisant Les pierres argileuses se dilatent
avoir été soumises à l'action de la gelée: la
ition à l'air suffit, quand l'argile est en quan-
able, pour les faire fendiller dans tous les
: l'argile est en moindre proportion, il se
nent des fentes dans lesquelles l'eau s'intro-
se congelant, elle fait éclater la pierre.
composés chimiques, et entre autres le sulfate
)uissent de la proprieté d'augmenter de vo-
ssant par la cristallisation de l'état liquide à
On met à profit cette observation pour pro-
s pierres que l'on veut essayer, un effet en-
mblable à celui de la gelée.

rard est un des premiers qui ait soumis des
s essais de cette nature; il a pris des cubes de
ètres de coté sciés et non taillés au marteau,
ie par ce dernier moyen, il n'y eût des frag-
entièrement détachés, et qui seraient tombés
:périence. Il les a fait bouillir pendant une
dans une dissolution saturée à froid de sulfate
nsuite il met les cubes dans des assiettes con-
)n denx millimètres d'épaisseur de la dissolu-
)lace dans une chambre dont la température
15°, pour que l'évaporation puisse avoir lieu;
ingt-quatre heures à peu près, les pierres se
ne efflorescence saline; on prend alors une
ntité d'eau pure, et on arrose les pierres jus-
outes les efflorescences salines aient disparu.
rare qu'au bout de cette première épreuve,

tier est l'âme des maçonneries et comme la chaux est un principe constituant de tout mortier, nous allons nous en occuper d'abord, en donnant un résumé succinct de la théorie de M. Vicat.

Nous avons d'abord à nous occuper des calcaires propres à fournir les différentes espèces de chaux, et de leur calcination pour obtenir la chaux.

Des Pierres a Chaux.

44. Il est impossible de rien conclure des caractères physiques des pierres calcaires, relativement à la qualité de la chaux qu'on en retire. Ni la couleur, ni la texture, ni la dureté, ni la pesanteur spécifique, ni la cassure ne peuvent faire prévoir leurs qualités sous ce point de vue. Les calcaires sont composés, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'acide carbonique et d'un oxide métallique appelé *chaux* et composé d'oxigène et de *calcium;* mais les calcaires sont rarement aussi purs, ils contiennent habituellement d'autres oxides analogues à la chaux, qui sont la silice, l'alumine, la magnésie, le quartz en grains, le fer oxidé, le manganèse, le bitume et l'hydrogène sulfuré.

Tous les calcaires dont nous avons parlé peuvent donner de la chaux, mais chaque espèce fournit une chaux douée de qualités différentes.

C'est par la cuisson ou calcination qu'on retire la chaux des pierres calcaires. Cette opération en chasse l'eau de cristallisation et une grande partie de l'acide carbonique, nous disons une grande partie parce que ce n'est que dans les opérations des laboratoires qu'on parvient réellement à expulser entièrement l'acide carbonique. Toutefois l'action de la calcination ne se borne point à ces deux effets: elle modifie encore les uns par les autres les oxides constituants, ainsi que le prouve incontestablement l'analyse chimique de la même pierre avant et après la cuisson.

Soumis à un feu violent, les calcaires purs, c'est-à-dire uniquement composés de chaux et d'acide carbonique; laissent dégager presqu'entièrement l'acide et il reste de la chaux de bonne qualité, mais s'ils sont mélangés de silice, d'alumine, de magnésie ou d'oxide de fer; l'action du feu, s'il est trop violent, pourra opérer, entre la chaux

---

ESSAI PRATIQUE ET THÉORIQUE

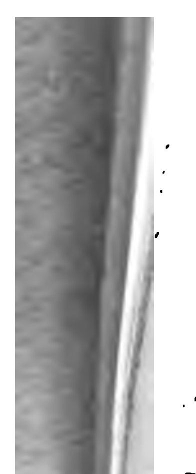
sur la construction des ponts oblique

PREMIÈRE SECTION.

CHAPITRE I.er

DES MATÉRIAUX.

AVANT d'entrer dans les détails de construction des ,il est indispensable d'avoir quelques notions sur les iaux qu'on y emploie ; de leur choix et de leur bon i dépend la durée de l'édifice à construire.
ır les bien choisir, il faut connaître leurs parties constes et leurs qualités ; pour les employer convenant, il faut connaître leur résistance aux efforts qui ıt à les détruire. La surface de la terre est comde matériaux très-variés, mais les sciences ont ratoutes les substances minérales connues à un petit re d'élémens, qu'on appelle corps simples, ou qu'on ut réduire en d'autres parties constituantes, du moins :s procédés chimiques découverts jusqu'à présent.
surface et l'intérieur de l'écorce terrestre présentent ımbre limité de corps simples ; ceux qui forment la des roches sont principalement : l'oxigène, le sili-, le calcium, le potassium, l'aluminium, le carbone, :, le soufre, etc... ; quelques-uns, qu'il est difficile enir isolés, ont pris le nom de leurs oxides qui sont coup plus connus ; tels sont le silicium, le calcium, tassium et l'aluminium, qui, réunis à l'oxigène, don-



ESSAI PRATIQ...

SUR L...

r toute cette saison exposée à l'air; en ayant
remuer de temps en temps. Les pluies et la ge-
sent et la rendent plus propre à être travaillée
récemment extraite. Quelques terres ne s'amé-
cendant pas par ce qu'on nomme l'*hivernage*,
e guide les briquetiers à cet égard.

n veut procéder à la fabrication des briques, il
r de la terre les corps étrangers, lui donner du
ormer une pâte ferme et bien homogène. Dans
erie ou l'on cuit cent mille briques à la fois,
oir deux fosses révêtues de maconnerie en ci-
ne carrée de quatre mètres de côté, et de un
nte à un mètre soixante-dix centimètres de
; l'autre, aussi carrée, mais seulement de
s soixante centimètres de côté, sur un mètre
mètre soixante centimètres de profondeur. On
par jeter une certaine quantité de terre dans
fosse, et on l'arrose d'environ moitié de son
au, plus ou moins, selon l'argile que l'on em-
s un ouvrier, appelé *marcheux*, piétine l'ar-
ant soin de bien diviser toutes les pelotes, de
corps étrangers qu'il sent sous les pieds et de
ieux possible la terre des substances pierreuses
es qui s'y trouvent souvent mêlées, car ces
servent de fondant à l'argile, ce qui déforme
pendant la cuisson. Si la terre présente trop
e aux pieds, l'ouvrier la coupe et la recoupe
elle, puis finit par la jeter dans la seconde
elle subit encore une opération entièrement

ge ou corroyage est extrêmement important;
n et à plusieurs reprises, il ajoute singulière-
ensité et par conséquent à la bonté de la bri-
xpériences faites avec soin prouvent la vérité
ertion. Le temps nécessaire, pour donner ainsi
la consistance et de l'homogénéité, est ex-
variable, et dépend de la nature des terres
et de la perfection qu'on veut donner aux

on du corroyage, telle que nous venons de la
st pas sans inconvénient pour la santé de l'ou-
a pratique, malheureusement l'expérience a

[illegible]

[illegible] Tamer [illegible]
[illegible]
[illegible] pierre
[illegible]
[illegible] place
[illegible] quantité [illegible]
[illegible]

péries de dix hivers et qui avaient support[...]urs fois 12° de froid. Une seconde séries d'expérier[...]les avec de l'eau saturée à froid, lui a fait penser [...] cette dissolution produirait moins d'effet qu'une gelée à 12°. Ensuite, par plusieurs séries d'expériences, dans lesquelles, sur 1.00 d'eau, il y avait 1.00, 0 75, 0.50, 0.25, 0.10, 0 de sulfade de soude, les accidents ont été proportionnels à la quantité de sulfate; rien ne s'est manifesté dans les deux dernières séries: la première et la deuxième ont donné des résultats égaux. La troisième seulement a présenté des résultats variés en raison de la qualité des pierres, des briques et des mortiers essayés. Il a remarqué aussi que l'action de la dissolutio[...]ait beaucoup, quand on n'y faisait bouillir l'écha[...] dix minutes; elle augmente en prolongeant l'[...] pendant une heure.

DE [...]QUE.

29. LA brique est une [...]ierre factice, faite avec de l'argile, qui est d'un usage [...]rès-fréquent dans les constructions, où elle remplace tout à la fois la pierre de taille et le moellon. On s'en sert presqu'exclusivement dans certains pays, qui manquent d'autres matériaux. Aussi mérite-t-elle d'être étudiée avec soin. Nous examinerons d'abord les argiles dont se composent les briques.

On entend communément par argile, dans le langage vulgaire, des masses terreuses plus ou moins endurcies, en général *onctueuses, absorbant l'eau et faisant pâte avec* elle, quelque fois mais rarement s'y divisant, et susceptibles de se durcir au feu. En général, elles happent à la langue.

Un certain nombre de matières terreuses, que l'on ne range point dans les argiles, possèdent cependant les caractères généraux que nous venons de décrire, par exemple la terre à porcelaine; mais il n'est pas moins vrai que l'on classe parmi les argiles, le plus grand nombre des masses terreuses qui ont ces caractères.

La composition des argiles n'est pas bien connue. On sait seulement que ce sont des silicates alumineux mélangés, soit entr'eux, soit avec diverses substances. Les proportions de leurs parties constituantes sont très-variables non seulement *d'une localité* à l'autre, mais encore

qui délayerait l'argile. Quand on crain
de paillassons l'aire de séchage.

Quand on peut les transporter, o
halles ou hangards, afin de complét
on les arrange de manière à ce que
librement autour de chacune d'elles.
fait très en grand, il serait dispendi
gards, alors on forme avec des bri
murs à jour de un mètre à un mètre
de hauteur, sur environ quatre briq
l'on recouvre ensuite avec de la
arranger ainsi les briques, de la ma
ble à la dessication, et obtenir en
taine solidité pour les murs ou *ha*
des ouvriers exercés et intelligents. I
pour obtenir de cette manière une d

Dans quelques pays, après le
porte les briques sur un établi, et
battes plus longues et plus large
place dans un moule qui sert de
de la même manière.

Cette dernière méthode a reçu
qui donne de très-bons résultats,
d'environ 4 fr. par mille, le prix
il consiste à soumettre la brique à u
après qu'elle a subi la première d
dans un moule en fonte plus petit
coup de balancier. Cette percussion
serre l'argile et rend la brique d
peut la porter immédiatement après

De la Cuisson de la

37. On obtient par le séchage une
mais pas assez forte pour qu'elle r
des saisons; des briques seulement
cependant employées à couvert, p
siers, mais lorsqu'on veut les employ
durables et exposées à la pluie, on
consistance, de cohésion et de ten
effet, que par la cuisson.

Cette opération, telle qu'on l'exéc

[redacted] Belgique et en Angleterre,
[redacted] houille au contraire à bon
[redacted] r combustible à la cuisson
[redacted] re en plein air, partout où
[redacted] à la fabrication et où l'on
[redacted] lire que cette méthode est
[redacted] une grande consommation,
[redacted] t pas limiter la fabrication,
[redacted] grands suivant les besoins,
[redacted] qu'à cinq cent milliers de

[redacted] méthode, on prépare une
[redacted] ingt mètres de longueur sur
[redacted] eur, suivant le nombre de
[redacted] en de niveau et on la garan-
[redacted] ouvert tout autour; on la
[redacted] ales de toute la longueur de
[redacted] -cinq centimètres de largeur.
[redacted] n on élève un petit mur de
[redacted] vides qu'ils laissent entr'eux,
istruites également en briques
plies de fagots ou bourrées
ge ensuite les briques séchées
ifs, de manière que celles du
iculaires à celles du lit immé-
isse entre les briques un petit
mètres seulement, et de deux
lits de briques, on répand une
et moyenne, peu ou point
ntimètres d'épaisseur. Lorsque
ètre, on met le feu, que l'on
noins les ouvertures des petites
e tout le tas. Quand la chaleur
upérieure, et que l'on juge que
egré de dessication assez grand
porter une plus grande charge,
uccessivement des couches de
usqu'à une hauteur qui atteint
res. La combustion se commu-
uche à une autre, et générale-
vriers peuvent élever le tas, on
la chaleur à la surface soit la

34. Au moment [illegible] qu'il pétrit [illegible] se fait cette
terre en motte, qu'il [illegible] sur l'établi où se fait [illegible]
mains et a déposé sur [illegible] la consistance que d[illegible]
L'ouvrier mouleur [illegible]
[illegible] comme cette [illegible] d'œuvre est [illegible]
[illegible] au mile, on [illegible] prendre garde qu'il ne [illegible]
[illegible] à aller plus vite. Les [illegible]
[illegible] en bois. [illegible]

[illegible]

lques difficultés : si on les soumet à une chaleur trop te, les briques éprouvent un commencement de fusion de vitrification, elles deviennent cassantes, leur surface unie et sans pores ne présente plus la multitude de petites aspérités nécessaires pour que le mortier y adhère fortement. Si le feu n'a pas été assez vif, la brique conserve en partie les qualités défectueuses de l'argile seulement desséchée, elle reste perméable à l'eau, elle ne peut résister à la gelée, elle n'a pas toute la résistance que lui aurait donnée une chaleur convenable.

On suit deux méthodes principales dans la cuisson des briques en grand. Celle qui s'opère dans les fours et celle qui a lieu en plein air, en formant de grands tas de briques, avec lesquels on mélange du charbon de terre ou du coke.

Les fours, dans lesquels on met la brique, se composent du foyer et du four proprement dit, capacité plus ou moins grande, destinée à recevoir les briques, au nombre de dix mille, de cinquante mille et quelquefois même de cent mille. Pour cinquante milliers, un four de sept mètres de long sur six mètres de largeur et une hauteur de un mètre soixante à soixante-dix centimètres est suffisant. Deux voûtes à jour composées d'arceaux, laissant des vides entr'eux, élevées de 1,20, régnant sur la longueur composent le foyer ; au-dessus on range les briques sèches, de champ et dans le sens de la longueur pour le premier lit, dans celui de la largeur pour le second, et ainsi de suite, en alternant, de manière que les lits successifs soient perpendiculaires entr'eux. on laisse du jour entre les briques pour permettre la libre circulation de la flamme et de l'air chaud, qui doit produire l'échauffement et la cuisson définitive. On ménage en outre dans le [...], divers arceaux et cheminées pour déterminer un tirage assez vif et un échauffement sensiblement uniforme. Cet arrangement est fort important, en raison de la distribution de la chaleur, sans laquelle on ne peut espérer d'obtenir l'égalité de cuisson, si nécessaire pour avoir de bonnes briques. L'art du briquetier consiste en partie dans plus ou moins de perfection de ces dispositions.

Quand tout le travail préparatoire est terminé, on allume le feu dans le foyer avec des fagots ou du bois de [...]de. Il doit être faible en commençant, augmenter graduellement jusqu'à ce que la masse soit échauffée, ce

contient deux ou trois ...
environ cinq à six semaines, ...
pour la cuisson et le refroidisse...

Quand on juge que le feu ...
saire, on couvre, à l'extérieur, ...
d'autres briques déjà cuites, afi...
et ralentir le refroidissement ...
Dans le même but, on bouche ...
ouvertures qui pourraient donn...

Dans quelques localités, ent...
Saxe, on cuit les briques avec ...
deux foyers, garnis chacun d'...
met le combustible, ils sont f...
voûte, élevée d'environ trois mè...
sur laquelle reposent les briq...
sieurs ouvertures pour le tira...
vapeurs. On range régulièremen...
dessus de chaque grille, en ...
petite voûte, puis les posant ai...
qué. L'ouvrier qui dirige la c...
règle la chaleur, soit à l'aide ...
au-dessous des grilles, soit au ...
dôme qu'il fait fermer avec des ...
petites cheminées en élevant au...
en briques. Dans les fours qui c...
cinq à six milliers, la consomm...



plus forte possible, sans trop incommoder le
qui placent les briques et le charbon.

Afin d'être maître du feu, et de pouvoir l
réserve dans l'intérieur du tas, et de mètre e
ron, des conduits verticaux, établissant le
sant office de cheminée. Pendant la cuisson
parois verticales du tas d'une couche d'arg
pêcher l'accès de l'air. Quand l'amas de
formé, qu'on nomme *briqueterie*, a attein
ce qui demande environ quinze jours, on je
une couche de terre de dix centimètres, afi
trer la chaleur et de ralentir la combustion,
besoin en pratiquant des ouvertures dans cet

La chaleur se conserve dans le tas long-
que la houille est entièrement consumée ; o
fourner que cinq ou six semaines après. Le
pluie contrarient souvent la conduite du
extrêmement difficile, on s'en garantit en
de paillassons dont on abrite la briqueteri
qu'on fasse, il est rare d'arriver à une réus
quelquefois des portions entières du tas ne
cuites, d'autres sont vitrifiées; dans tous les
duits sont moins beaux et moins réguliers qu
son au bois, leur avantage est de coûter moi
le département du Nord, le millier de brique
ne vaut guères que onze à douze francs.

Les enfoncements qui se produisent dan
teries, sont cause qu'on en retire un gran
briques cassées. Cette seule cause élève le dé
un dixième de la totalité, et si l'on y ajout
cuisson, on doit compter qu'il sera d'environ

Généralement la consommation de hou
deux hectolitres à deux hectolitres et demi
briques. Dans le département du Nord, on
faut pour cent milliers de briques, 100
110 kilogrammes, de menu charbon, 45
charbon en morceaux, 35 fagots et 4 stères

La brique bien choisie est d'un excellent u
grand nombre de constructions, elle rempla
et supplée la pierre de taille. Elle est indis
les fourneaux, pour les cheminées et les fo
ne trouve point de pierres réfractaires. D

partements de l'Oise. [illegible]
mille de briques [illegible]
plus de [illegible] francs.
[illegible] paraissent [illegible]
[illegible] de pâte [illegible]
[illegible] de la [illegible]
[illegible]
[illegible], et [illegible]
En deux [illegible]
[illegible] des pierres [illegible].
[illegible] encore une [illegible]
[illegible] terre. [illegible]
pourvu [illegible]
[illegible]

CHAPITRE II.

DES BOIS, EN GÉNÉRAL.

Nous n'avons à nous occuper que du tronc de l'arbre la seule partie employée dans les constructions, il se com pose de l'écorce, de l'aubier et des fibres ligneuses q réunies, pour ainsi dire, en faisceau, forment le bo proprement dit.

L'écorce comprend différentes couches; celle de l'ex térieure se nomme *épiderme*, celle de l'intérieur, qu touche à l'aubier se nomme *liber*.

L'aubier est une couronne de bois encore imparfait q enveloppe le *cœur* de l'arbre.

Le cœur de bois est composé de couches concentriques de fibres ligneuses longitudinales, reliées par des fibre transversales.

38. Les bois, relativement à leur usage dans les cons tructions, se divisent en bois de *charpente*, de *menui serie* et de *placage*. Quelquefois on les comprend sous l désignation générale de *bois d'œuvre*, pour les distingue des *bois de chauffage*. On divise alors le *bois d'œuvr* en :

1.° *Bois de service* qui comprennent les bois de cons tructions civiles et navales;

2.° *Bois de travail* ou d'*ouvrage*, comprenant les bo employés par différents métiers tels que la menuiseri l'ébénisterie, le charronage, la tonnellerie, la fabr cation des sabots, etc.

Parmi les bois de travail, on distingue les *bois de fent* on nomme ainsi ceux dont l'emploi exige le procédé

nte. Tels sont les douves de tonneaux, de cuves, ; les échalas, les lattes, les planchettes très minces, on se sert pour les boisseaux et autres mesures. ois de fente sert encore à faire des panneaux de let, des pelles en bois, des atelles de collier, âts, des arçons de selle et des rames, etc.

ur qu'un bois puisse servir à la fente, il faut qu'il ait texture égale, que ses fibres longitudinales soient aitement droites, apposées régulièrement les unes re les autres, et qu'il soit exempt de nœuds et de tout accident de croissance.

n appelle *bois merrain*, le bois de fente destiné plus iculièrement à la fabrication des douves.

s bois employés le plus généralement pour les pentes sont le chêne et le sapin ; on se sert quelque-aussi de l'orme, du hêtre, du charme, du châtai-r, du tilleul, du peuplier, etc. ; mais ces essences ne entent pas les mêmes avantages que les deux pre-res.

Du Chêne.

9. Cet arbre est, sous le rapport de sa force et des rents emplois auxquels son bois est propre, supérieur s les autres. Sa croissance est assez lente, mais assez le jusqu'à l'âge de 180 et même de 200 ans. Le chêne uatre, cinq et six siècles ; il s'élève à trente-trois res et au-delà, et parvient à une grosseur considé-le. On en cite qui ont atteint jusqu'à trois mètres de nètre au pied. Ce bois est dur, il résiste mieux que autre à l'action des forces qui tendent à le rompre, ux intempéries de l'air. Moins sujet que les autres à se rir par suite des alternatives de l'humidité et de la eresse, il se conserve plus long temps en bon état. ièrement à l'abri de l'humidité ou complètement plon-lans l'eau, il a une durée, pour ainsi dire, infinie, quiert même, dans ces circonstances, une dûreté tel-ent grande qu'il n'est presque plus possible de le tra-ler avec les outils. Ce fait a été observé plusieurs fois des pilots trouvés en démolissant des ouvrages bâtis s des temps fort reculés. Le chêne est beaucoup em-é dans la marine ; à l'exception des mâts, il sert à près à toutes les parties dont un vaisseau est com-

posé. Il y a trois espèces de chêne : le l
le vert. Les deux premières espèces croiss
ensemble dans une même forêt ; on ne le
qu'à l'écorce dont l'une est lisse et blanc
et obscure, le chêne vert ne se rencontre
le midi de la France. Le chêne blanc es
rable à employer pour toutes les constru
pour la menuiserie, sa feuille est longue
fondément découpée, son bois est couleur
chêne noir, quoique inférieur au précéd
que très peu. La troisième espèce n'est
que pour le chauffage.

Du Sapin.

40. Cet arbre donne un bois résineux
bord très-lentement, mais quand il a a
force, il s'élance avec rapidité et parvie
hauteur de quarante à quarante-cinq mèt
des sapins qui avaient atteint l'âge de troi
dépérir et qui présentaient de six à neuf
la base. On fait avec le sapin de très-bon
et, placé en travers, cet arbre résiste au
se tourmente moins que le chêne. Il a su
essence l'avantage d'être plus léger et de s
faitement quand il est recouvert de plâtr
deux espèces de sapin, le sapin ordin
rouge. Le dernier est préféré parce qu'il
aussi aisément que le premier. Ce bois
dans l'eau, aussi l'emploie-t-on assez s
palplanches. Dans les bâtiments, il est s
et à engendrer des vers qui le détruisent.
planches dont on fait un commerce très c
sapins des Vosges et du Jura se transp
[illegible] années.

De l'Orme.

41. L'Orme croît [illegible] ; il s
grande hauteur et prend une grosseur co
pendant plusieurs siècles. Une grande p
plantés sous le ministère de Sully, existe
en bon état de croissance. Le bois d'or

ıction prolongée après le travail de la solidi-

emanie cette matière, on n'a plus qu'une espèce hydraulique très faible, sous le rapport de la la solidification. (2)

x limites sont donc d'un emploi dangereux et pas être introduites dans les mortiers. Quand ouvent par hasard mélangées avec les pierres t les chaux précédentes. elles se présentent nction avec la même apparence que les pigeons ts, il est donc prudent de rejeter tous les incuits. 'encontrent dans les ciments naturels ; rien ne présence puisqu'elles se trouvent pulvérisée, produisent un mauvais effet.

nts limites employés comme à l'ordinaire, lors-ncore très-vifs, durcissent instantanément en s'é-ès-sensiblement et persistent parfaitement bien solidification. Il en est de même des ciments et extrêmes mais à un degré d'autant moin-e rapport de la dureté ultérieurement ac-la quantité d'argile est plus forte, la vitesse : prise va au contraire en augmentant à mesure nte l'échelle.

plique la solidification des chaux hydrauliques en disant que par la calcination, la chaux l'argile et a donné lieu à des composés salins contact de l'eau, se transforment en hydrates ıctes et insolubles.

ıce de l'alumine dans les pierres à chaux, ne tre nécessaire pour la propriété hydraulique, est pas nuisible, non plus que celle de la ma-oxides de fer et de manganèse au contraire, tre nuisibles à cette propriété.

ir reconnu l'élément qui, réuni à la chaux, la ulique, on a cherché à composer de toutes chaux jouissant de cette qualité si importante. icat, plusieurs savants avaient tenté, mais sans btenir des chaux hydrauliques artificielles. M.

---

hes chimiques et pratiques sur les substances calcaires,

.

différents instruments aratoires, et en généra
espèce de pièces exposées à un frottement
une forte pression.

Du Chataignier.

44. La croissance du chataignier est trè
sa jeunesse et se soutient fort longtemps, à
à 70 ans, ses dimensions égalent déjà celles
de 160 à 140 ans. Il existe, près du mont Et
un châtaignier dont le tronc, entièrement creu
a une circonférence de cinquante mètres, o
tièrement son âge. Dautres châtaigniers, moi
été mesurés à la grosseur de dix à quinze
châtaignier offrirait un bois très-propre à la
on l'employait beaucoup autrefois dans les g
tructions, mais on a reconnu qu'il se pourr
il était encastré dans la maçonnerie, comme
extrémités des poutres. Quoique plus léger q
il a presque autant de force.

Du Tilleul.

45. Dans sa jeunesse, le tilleul croît a
à l'âge de 80 à cent ans, il a atteint une hau
à trente mètres sur près d'un mètre de diamèt
Passé cet âge, il augmente encore de gros
commence ordinairement à se creuser dans l
porte l'âge de certains tilleuls jusqu'à cinq
plus ; quelques uns présentent jusqu'à 10, 12
à la base. Ce bois est peu propre à la charpen
ploie principalement dans la menuiserie, l'é
même la sculpture. Il est tendre, blanc, d'u
et fin ; il ne se gerce et ne se tourmente p
pas sujet à la vermoulure.

Du Peuplier.

46. La seule espèce des peupliers que
dans les forêts est le peuplier-tremble, sa c
des plus rapides. A l'âge de cinquante à soix
acquiert une hauteur de vingt-cinq à trente mè

ıètre de diamètre au pied. Passé cet âge, il se pour-
intérieur et quelquefois même plus tôt, quand il se
dans un sol humide. Ce bois est très tendre, blanc
rgé d'humidité, ce qui fait qu'il prend beaucoup
:ait. Lorsqu'il est abrité, il peut servir à la char-
; il est employé à la menuiserie, à la sculpture, à
isterie, etc. On en fait beaucoup de voliges ou
hes très-minces, dont on se sert pour l'intérieur des
les et pour les caisses d'emballage.

peut juger, jusqu'à un certain point, de la qualité
ois par la nature du terrain où il a crû. Celui qui
dans un terrain aride, pierreux ou sablonneux, est
uirement d'un fort bon emploi; celui qui a poussé
un lieu bas et aquatique, n'est pas d'aussi bonne qua-
, il est plus tendre et moins propre à soutenir les grands
eaux. Si les ouvriers préfèrent souvent ces derniers,
t dans leur seul intérêt et par le seul motif qu'ils se
aillent plus facilement, tandis que les autres, par
: dûreté, émoussent les outils et demandent plus de
n d'œuvre,

i7. L'EXPOSITION paraît aussi avoir un peu d'influence
la qualité des bois, celle du couchant semble être la
ins avantageuse pour obtenir du bois de qualité supé-
ure. L'aubier des bois venus dans cette exposition est
s épais que celui de ceux qui ont crû dans une autre.

On nomme aubier la partie tendre des fibres qui se
uvent sous l'écorce; c'est un anneau de bois qui n'est
s encore mûr; l'aubier qui se forme chaque année est
couvert, l'année suivante, par une formation nouvelle
il prend peu à peu la consistance et la force que l'on
uve dans le cœur de l'arbre.

Cette partie de l'arbre, comme toutes celles qui n'ont
s atteint le degré de maturité, se pourrit plus facilement
le reste, et doit être enlevée, quand on emploie le
ois aux charpentes.

Une circonstance qui semble encore donner aux bois
us de dûreté et de force, est de croître éloignés les
s des autres, d'être exposés à la violence des vents
mme ceux qui viennent sur la rive des forêts.

48. Les qualités que l'on doit rechercher en dans les bois sont d'être bien sains, d'avoir un de la force, de l'élasticité et de la durée, de n'ê roulés, rabougris ou gelifs et de n'avoir ni fente çures, en un mot, d'être exempts de tous défauts.

Les défauts les plus marquants, dans les bois truction, sont les gouttières, les chancres, les r les abreuvoirs et les gelivures.

La gouttière est occasionnée par le dessèchem pourriture d'une ou de plusieurs branches de la c qui favorise l'infiltration des eaux pluviales dans de l'arbre. Quelquefois les eaux finissent par s travers l'écorce du tronc, alors la gouttière es rente.

Le chancre est une espèce d'ulcère d'où s'éco toute saison, une liqueur roussâtre, acre et cor Cette maladie est souvent causée par une contusio un coup de soleil.

Un bois est roulé lorsque, dans son intérieu solution de continuité entre deux couches conce contiguës, de manière qu'elles ne soient point adh Quelquefois la roulure ne s'étend que sur une lon quelques centimètres, mais souvent elle embra la circonférence et présente alors un cylindr de bois vif qui en renferme un plein de bois mort peut en faire sortir.

On attribue la roulure principalement aux eff vents qui tourmentent et plient les jeunes tiges sens, dans le temps de sève, au point de disjoi couches ligneuses. Ce défaut peut encore être occ par le poids de la neige ou du givre, ou par des b provenant de causes quelconques.

Les *abreuvoirs* sont des espèces de gouttières forment aux aisselles des branches, lorsque celles les grands vents ou par le poids du givre ou de la se détachent partiellement du tronc. La blessur en se cicatrisant, présente alors un creux dans le eaux s'amassent et d'où elles finissent par s'infiltr l'intérieur de l'arbre.

La *gelivure* est produite par l'effet de la gelé

rbre. Elle consiste ordinairement en une cré-
ıdinale dont la matrice forme extérieurement
t qui reste toujours visible, et, à l'intérieur,
ıi rend le bois plus ou moins impropre à l'u-
il est destiné.

. le plus convenable, pour abattre le chêne,
n cent ans. Avant soixante ans, il est trop
point atteint toute sa force; passé deux cents
ɛrit et n'a pas une aussi longue durée dans la
. Après cent ans les arbres ne croissent plus
mais seulement en grosseur, comme on peut
cre quand ils sont abattus. On reconnaît l'âge
ıar le nombre d'anneaux concentriques, qui
tre à la circonférence et qui marquent assez
t le nombre de croissances, et par conséquent
nées.

s doivent être abattus du mois d'octobre au
s, parce qu'alors la sève n'est pas en action,
sont plus resserrés. Quand on veut apporter
ge, tous les soins nécessaires, quelques cons-
ɔmmandent d'abord de les couper au pied
jusqu'à la moitié du cœur, puis de les laisser
ɛ temps, afin que la sève, coulant par cette
ravers de l'aubier, ne se corrompe pas dans

ɔuvent on achète les bois abattus, alors on
miner avec soin, afin de reconnaître s'ils
de nœuds vicieux, c'est-à-dire des parties
pénètrent jusque dans l'intérieur du cœur;
point roulés, étoilés, gélifs, etc. Il est bon
e chercher à savoir dans quelle espèce de
ıt crû. Bélidor dit qu'en répandant sur un des
bre, de l'huile d'olive bien chaude elle gré-
bre est venu dans un terrain marécageux, elle
a pas entièrement partout; si l'arbre est venu
ain doux, il en restera vers les bords; au con-
crû dans un lieu sec, et s'il a été coupé dans
la sève ne monte pas, l'huile s'y imbibera
ɛ, et séchera sur le champ. Si l'on peut
ɛconnaissance, on aura soin de ne pas prendre

le bois qui aurait crû dans un lieu humide et marécageu[x]
pour l'employer aux intempéries de l'air, parce qu'il [se]
pourrirait en peu de temps. On doit également éviter [de]
mettre les bois au grand soleil, la chaleur les fait fend[re]
promptement. Il est vrai que les entrepreneurs ou ouvrie[rs]
pas ne manquent de donner ces fentes comme une preu[ve]
de la force du bois, tandis que ce n'est que l'indice d'u[ne]
nature tendre et humide. Il est rare que l'on soit
même de choisir les bois nécessaires à une constructi[on]
parmi un grand nombre de pièces, aussi est on obligé [de]
passer par-dessus bien de petits défauts, et de ne refu[ser]
que ceux qui ont pour ainsi dire, des vices rédhibitoir[es]
alors on doit chercher à mettre les meilleures quali[tés]
dans les parties de la construction, dont les pièces
peuvent être remplacées facilement, et sans les démon[ter]
presqu'entièrement.

50 Les défauts apparents sont toujours faciles à ap[er]cevoir, mais il arrive quelquefois qu'une poutre par[faite]ment équarrie, présente tous les indices d'une bo[nne] qualité de bois, et que cependant le cœur en est pou[rri]. On peut avoir quelques notions sur l'état de l'intér[ieur] à l'aide de petites vrilles, ou encore en frappant à [une] extrémité et écoutant le son que rend la pièce à l'au[tre]; si ce son est clair, c'est l'indice que ce bois est bon, [s'il] est sourd et cassé, cela prouve qu'il est gâté.

Il est bon de n'employer les bois qu'un an après q[u'ils] ont été abattus, et de les conserver pendant ce temps [sous] des abris. Si on est obligé d'employer du bois vert, i[l est] avantageux de le plonger, pendant quelques mois, [dans] l'eau. Elle dissout la sève et le bois se sèche plus fa[cilement] et se trouve moins sujet à la pourriture.

Tous les bois, au moment de l'abattage, contien[nent] une quantité d'eau considérable, qu'ils perdent peu à [peu] en séchant. M. d'Aubuisson donne d'après M. Fouqu[et la] table suivante qui montre la manière graduelle do[nt se] fait cette déperdition. Les expériences ont été faite[s sur] des bois des Pyrénées en cubes d'un décimètre de côt[é].

s la Coupe.	Chêne.	Hêtre.	Frêne.	Noyer.	Cerisier.	Aulne.	Peuplier.
0	1k 18	1.18	0.94	0 96	0.92	0.95	0.92
n mois	1.10	0.95	0.93	0.80	0 85	0.73	0.70
ux mois	1.00	0.86	0.89	0.72	0.79	0.63	0.60
ois mois	0.94	0.80	0.82	0.67	0 72	0 56	0 49
atre mois	0.92	0.77	0.80	0 67	0.71	0.55	0.48
Six mois	0.88	0.76	0.77	0.65	0.69	0.55	0.48
uit mois	0.85	0.75	0.77	0.66	0.68	0.55	0.45
Un an	0.84	0.74	0.76	0.66	0.67	0.55	0.47
uatre ans	0.83	0.73	0.75	0.65	0.66	0.54	0 46
Six ans	0.83	0.74	0.74	0.65	0.65	0.54	0.47

On voit qu'après un an ces bois ont atteint à très-peu ... le plus grand degré de siccité. Il est à remarquer que ... les saisons humides, ils reprennent une partie de ... hygrométrique abandonnée dans les saisons sèches. La différence de poids des charpentes de l'un de ces ex... à l'autre peut être de 0,05 au moins.

L'aubier, ainsi que nous l'avons déjà dit, est la couche ...térieure qui n'a pas encore acquis beaucoup de consis... ...ce, on lui en donne un peu en écorçant les arbres sur ...; quand on a eu cette précaution, on peut à la ri... ...eur se dispenser de le faire disparaître, mais dans le ... contraire, on doit avoir grand soin de l'enlever, car ... est une cause inévitable de détérioration, non-seule... ...ent pour les parties en aubier, mais pour toute la pièce. ...humidité le pénètre facilement et il s'y engendre des ...s.

Le bois est sujet à s'échauffer, par les alternatives de ...cheresse et d'humidité, il se manifeste alors à la surface ... taches blanches noires et rousses, qui le font paraître ...rri. Un bois sain, mis en contact avec un bois avarié, ...rticipe bientôt aux défauts de celui-ci, aussi doit-on ...oir soin, dans l'emploi, qu'il ne touche rien qui puisse ...ndommager. Ainsi les pièces considérables, comme les ...utres, doivent être garanties du mortier et du plâtre, ...rce que ces matières les échauffent. C'est pour éviter

cet inconvénient que l'on fait brûler qu
des poutres, la couche de charbon q
rantit les fibres ligneuses du contact qui
fer. On charbonne quelquefois aussi
être enterrés ou plongés sous l'eau, a
En Hollande, on y enfonce des clous
que jointifs, afin d'éviter le même inco

M. le docteur Boucherie s'est beau
cupe encore de la conservation des
qu'il emploie sont entièrement nouv
une belle et importante découverte do
droits. Elle consiste à injecter dans
des dissolutions salines destinées à r
dues, plus compactes et plus indestruc
leur densité, à les imprégner de tei
même à les rendre jusqu'à un certain p
Cette pénétration ou imbibition des bo
manières : par le mouvement séveux o

L'imbibition par le mouvement sève
tiquant vers le bas de l'arbre, encou
servoir que l'on remplit de dissolution
mis en communication avec l'aubier
M. Guesnard, ingénieur en chef au c
qui s'est beaucoup occupé des procéd
et a entrepris à ce sujet une série d'
curieuses, emploie un autre moyen
la force ascensionnelle du mouvement
centimètres au-dessus du sol, il prati
l'arbre des trous de tarière de 0,045
de dix à quinze centimètres de profon
à 45° vers l'axe de l'arbre où ils v
communiquer. L'une ou l'autre de ce
tuée, on vide dans le réservoir ou dans
que l'on désire introduire dans les va
se trouve en effet entraîné en plus ou
tée par la sève ascendante.

L'imbibition par pression s'obtient
base de l'arbre abattu d'une calotte
servir de réservoir aux dissolutions.
à cette calotte un tube droit, et recour
ayant un mètre de hauteur, qui sert

ée par cette colonne de liquide, si l'on a soin d'en-
ir le tube constamment plein de dissolution.

dissolutions salines employées seules ou deux à
sont le pyrolignite, le protosulfate et le sulfate de
sulfate de cuivre, les sels solubles de plomb, les
s de soude et de potasse, le prussiate ferrugineux
asse, l'alun, l'hydrochlorate de chaux. Ces disso-
donnent toutes une plus grande dureté au bois et
par conséquent en prolonger la durée, il ne fau-
is en conclure qu'elles en augmentent aussi la ré-
à la rupture, il paraîtrait au contraire que le pyro-
de fer la diminue un peu. Quelques-unes de ces
es colorent le bois en même temps qu'elles le dur-
t lui donnent ainsi un nouveau degré d'utilité pour
erie.

le pyrolignite de fer donne une teinte d'un gris
nuancé par les veines du bois qui ne se chargent
ement du principe colorant, est d'un bel effet;
de cuivre donne des teintes vertes; le prussiate
ux de potasse employé avec le protosulfate de fer
un beau bleu foncé.

jusqu'à présent obtenu de coloration que par les
s inorganiques, les teintures de bois de Campêche,
, de Sandal, de même que la Garance ne colo-
bien qu'elles soient facilement absorbées.

ssolutions salines que nous venons d'énumérer il
ter le chlorure de calcium et le sous-carbonate
que nous avons séparées du premier groupe;
elles méritent de fixer l'attention; le chlorure de
paraît conserver au bois son élasticité, mais il
nt une mention particulière à ce qu'il sert à pré-
voies aux autres dissolutions et à les leur rendre
es, en chassant la sève des vaisseaux qui la con-
Quant au sous-carbonate de soude il jouit de la
de décomposer le sulfate de fer, de cuivre, l'a-
els solubles de plomb, et si on l'introduit après
lutions, il se forme dans les vaisseaux du bois,
l'abord par la sève, des carbonates de chaux,
e cuivre, de plomb, d'alumine. Ces substances,
pierreuses ou métalliques, font pour ainsi dire,
quelques instants le bois à un état fossile qui
olonger l'existence.

Jusqu'à présent on n'est pas parvenu à imbibe arbres avec un égal succès. Quelques-uns même p entièrement réfractaires, tels que le cerisier, le peuplier d'Italie et le tremble, d'autres ne s pénétrer que dans l'aubier, tels que le chêne et l mais, réduite même à ces résultats l'invention de cherie aurait encore une grande importance. Ne donc pas beaucoup que de pouvoir donner à l'a chêne la même durée qu'au cœur. Du reste la dé est faite, espérons que les perfectionneurs ne f défaut. Enfin, parmi les essences essayées, on p comme se pénétrant bien dans le cœur et dans le platane, le tilleul, le charme, le hêtre, le peuplier ordinaire, l'orme, le poirier, l'aulne.

Pour donner une idée de la puissance d'abso différentes essences, nous rapporterons les chiff donne M. Gueymard d'après les expériences de M.

Un mètre cube de	Poirier absorbe.	362	l
	Platane . . .	88	py
	Frêne . . .	85	
	Saule . . .	32	
	Tremble. . .	35	
	Aulne . . .	25	
	Peuplier. . .	19	

Dès 1831 M. Breant s'était occupé de la pénét bois par le sulfate de fer, mais il l'obtenait par dé mécanique, consistant à enfermer les pièce débitées et prêtes à être mises en œuvre dans un que l'on remplit d'une solution saturée de sulfa et de matières huileuses. On exerce ensuite, a d'une pompe foulante une forte pression sur le l'on parvient ainsi à pénétrer tous les bois jusqu'

Des planches de sapin imprégnées d'huile de procédé, placées sur le pont Louis-Philippe n'ont encore subi aucune altération aujourd'hu que l'on a dû refaire à neuf en 1840 le platelage bois non imprégné.

51. On nomme bois de *brin* celui dont on a

les quatre dosses pour l'équarrir ; les bois de *sciage*
i est débité à la scie, en chevrons, en membrures
anches ; bois en *grume* celui qui n'est dépouillé
es branches et quelquefois de son écorce, il a
sa rondeur naturelle. En cet état on peut l'em-
mme pieu ou pilot. Il peut servir à faire des
ançons, étresillons, etc. On peut aussi en faire
ur les travaux qui n'exigent pas une grande per-
l'assemblage ; bois d'*équarrissage* celui qui a été
ur les quatre faces, avec une légère tolérance
s. Le plus cher est celui qui est équarri à vives
qui ne présente pas d'aubier.

s arbres de chaque essence, lorsqu'ils ont at-
aximum de leur croissance, ont les dimensions
s suivantes :

	l'Arbre.	Tronc.	Tronc.
Sapins	32.00	18 00	1.20
Chêne blanc.	30.00	16	0.95
Bouleau, chêne, Pin du Nord, Platane . .	27	14	0.81
Alizier, Aulne, Melèze, Peuplier	25	14	0.75
Frêne, Sycomore.	20	12	0.60
Noyer, Charme, Saule, Tilleul.	18	10	0.54

n entend par hauteur du tronc, celle de la portion de ɔre qu'on peut employer dans les constructions ordi- es.

3. Lorsqu'on achète le bois en grume, il faut se rendre pte du cube du bois d'équarrissage qu'on pourra en rer. Le problème consiste à inscrire un carré dans le cle qui forme la section de l'arbre. Or le cercle dont ayon est R a pour mesure πR^2, et le carré, inscrit s ce cercle, a pour mesure $2 R^2$, le rapport de ces x superficies est $\frac{2}{3.1415}$ ou $\frac{100}{157}$. Ainsi 1.57 mè- cube de bois en grume fournira un mètre cube de bois arri. Mais à cause de l'irrégularité des bois, on sup- ordinairement dans le commerce, qu'il faut un mètre e deux tiers de bois en grume pour fournir un mètre e de bois équarri, c'est-à-dire que cinq mètres cubes bois en grume donnent trois mètres cubes de bois arris.

Lorsqu'on destine le bois en grume à la grosse char- te, c'est-à-dire, lorsqu'on veut en retirer des poutres, n'est pas le carré qu'il faut inscrire dans le cercle pour ir une pièce offrant la plus grande résistance possible action d'un effort transversal, mais un rectangle (n.°) dont les côtés sont dans le rapport de 1 à $\sqrt{2}$. Le rec- gle inscrit dans le cercle dont le rayon est R, et dont la uteur est à la largeur dans le rapport donné, à une su- ficie $1.88 R^2$, comparée à celle du cercle, on trouve $\frac{1.88}{3.1415} = \frac{1}{1.67}$, ce qui revient à dire qu'il faut un tre cube deux tiers de bois en grume pour obtenir un tre cube de bois équarri. C'est précisément ce que sup- e le commerce.

Quelquefois les marchands suivent une autre règle : ils ment la circonférence moyenne de l'arbre, ils en dé- ent le sixième, et le quart du reste est regardé comme côté de l'équarrissage. Ainsi la circonférence moyenne l'arbre étant $2 \pi R$, le côté de l'équarrissage sera : $\frac{\pi R}{4}\left(1 - \frac{1}{6}\right) = \frac{5 \pi R}{12}$, et la section : $\frac{25 \pi^2 R^2}{144} = 0,553 \pi R^2$; les méthodes précédentes

donnent 0,60 π R² pour la même section ; o
que cette dernière est à l'avantage de l'acheteu
devient sensiblement exacte lorsqu'on ne déd
corce.

L'aubier et l'écorce occupent communéme
quième du rayon dans les bois de chêne de gro
naire ; il en résulte que le cercle de bois vif a
ficie exprimée par $\pi\left(\frac{4}{5}R\right)^2$ ou $\frac{16}{25}$
sensiblement $\frac{2}{3}\pi R^2$, c'est-à dire que le c
rond sans aubier n'est que les deux tiers du c
l'arbre, y compris son aubier. Il en résulte q
tenir un mètre cube de bois vif, il faut emplo
cube et demi de bois avec aubier.

De ce qui précède on peut déduire le prix q
attribuer au bois équarri avec tolérance d'aub
bois équarri à vives arêtes, d'après les prix
grume.

Nous avons dit, en premier lieu, qu'il fall
tres cubes de bois en grume pour obtenir t
cubes de bois équarris. Si l'on ne tenait pas
dosses que l'on enlève dans l'équarrissage et
encore recevoir quelque emploi, lorsque ce
fait à la scie, mais qui ne donnent que des c
à brûler, lorsqu'on équarrit à la cognée,
mètre cube de bois équarri serait égal aux c
prix du bois en grume. Mais soit que l'équa
lieu à la scie ou à la cognée, le bois enlev
taine valeur. Si nous la supposons égale à
prix du bois en grume, on ne devra attrib
équarri que les quatre tiers du prix du bois en

La section du bois équarri à vives arêtes, e
que l'aubier occupe un cinquième du rayon, est
la section moyenne de l'arbre, en désignan
rayon moyen, πR^2 ; le rapport des deux s
$\frac{32}{25}\frac{1}{\pi} = \frac{1}{2.45}$, c'est-à-dire qu'il faud
deux mètres cubes et demi de bois en grume
mètre cube de bois équarri à vives arêtes

…minence des procédés d'extinction. (Le volume …toujours égal à un mètre cube, la pâte est ferme …r, le 1.er procédé d'extinction, les ingrédients …t mesurés en poudre sèche.

…DIENTS …urs et ciments …xposés à l'air …tempéries.	…choix du procédé d'extinction.	Mortiers enfouis.	Observations.
2.^{m} 00.^{c} de …ons, 1.º fins; …és ; 3.º gros; …res, 1.º quar- …^{o} proven.^{t} de …lcaires dures …at.^{res} inertes.	1. 2. 3.		
…2.^{m} 00.^{c} de purs, fins ; à …gaux ; gros. …res, 1.º quar- .^{o} provenant calcaires du- …tres matières	1. 2. 3.		
5.80(suiv.^{t} les l'extinction) : purs à grains …ins ; gros.	3. 2. 1.	2. 40	(a) 1.75 ; 1.25 ; 0.55 p.^{r} les intérieurs.
…, 2.40 purs, gros ; …ins inégaux ;	3. 2. 1.	2.00 ; 1.30 ; 0.50 ;	Pour les enduits le gros sable paraît éviter le mieux le retrait et les fentes avec toute espèce de chaux.

le long de la pièce, les lignes qui doivent guider l
de scie. Ces opérations sont du reste très-simples
connaissance de tout le monde.

Dans le petit débit, on trace sur les morceaux à
des lignes allant du centre à la circonférence, on
de quatre centimètres, sur toute la longueur de
gnes, un coin de fer, puis on place d'autres coi
ce commencement de fente, et on les enfonce jus
que la pièce tombe en quartiers.

Fonte de Fer.

55. La fonte provient de la fusion des minerais de
les hauts fourneaux. C'est une combinaison de ca
de fer, mais qui est loin de ne contenir que ces de
tances; on y trouve en outre, en plus ou moins
quantité, du silicium, de l'aluminium, du man
du soufre et du phosphore.

En s'en rapportant à la combinaison chimique
ments constituants, on distingue trois espèces de f
fonte grise qui contient une certaine quantité de
non combiné avec le fer. Elle est homogène, ré
facile à tourner et à buriner, elle participe mêm
de la flexibilité du fer forgé Elle doit à ces qual
cieuses d'être la seule employée dans les constru
les arts mécaniques.

La *fonte blanche* dont les éléments de fer et de
sont combinés aussi parfaitement que possible.
dure, fragile, dépourvue d'élasticité et moins r
que la première. On l'emploie peu dans les arts,
réservée pour la fabrication du fer.

La *fonte truitée*, elle est pour ainsi dire la tran
la première à la deuxième espèce, et par suite e
qualités intermédiaires. C'est la meilleure de t
fontes pour la fabrication du fer, elle est peu e
dans les arts.

En raison de leurs qualités caractéristiques, o
gue encore les fontes en fonte *aigre* et fonte *dou*

La fonte ne peut être forgée ni soudée comm
elle paraît devoir cette qualité négative à la pré
carbone, on ne peut donc l'utiliser dans les arts
le moulage dans des formes en sable. Le moulag

La cause la plus probable, en même temps que la plus influente de la solidification des mortiers, paraît être l'adhérence de la chaux pour les matières qu'on y incorpore. Si cette adhérence est moins grande que la cohésion de la chaux, la résistance n'est pas augmentée, si elle est plus forte, la résistance s'accroît d'autant plus que les points de contact sont plus nombreux, aussi y a-t-il avantage dans ce cas à employer des parties pulvérulentes pour le mélange, en même temps que des parties en grains.

Les caractères physiques sont peu propres à faire distinguer les pierres à chaux grasse de celles à chaux hydraulique, on peut cependant dire d'une manière générale que celles qui fournissent la chaux de cette dernière nature, ont une couleur grisâtre assez terne, et donnent une odeur argileuse en les exposant à la chaleur de l'haleine. Ce ne sont là que des indications, que l'essai direct doit toujours confirmer, avant de pouvoir se prononcer d'une manière certaine.

Platre.

83. Le plâtre, de même que la chaux est le résultat de la calcination des pierres calcaires, que nous avons désignées, n.° 16, sous le nom de pierres gypseuses. Mais, contrairement aux pierres à chaux, celles à plâtre ne laissent pas échapper l'acide combiné avec la chaux. La calcination ici n'a pas d'autre effet que d'expulser l'eau de cristallisation, et il reste un sulfate de chaux.

84. La cuisson ou calcination du plâtre s'opère dans des fours d'une construction simple et qui se rapproche beaucoup de celle des fours à chaux. On commence par disposer sur l'aire du four, avec des morceaux choisis de pierre à plâtre une espèce de pont à plusieurs arches sur lesquelles on met d'abord les plus gros morceaux de plâtre en ménageant des interstices, on place ensuite les morceaux plus petits et on recouvre avec les fragments et la poussière. Cette préparation finie on allume sous chaque arche un feu de bois ou de fagots, en ayant soin de ne donner en commençant qu'une chaleur modérée, aussi égale que possible dans toute la masse, pour expulser

palement pour la construction
la tréfilerie, la taillanderie, e
vent cependant par un traitemen
qualités presque égales à celles
palement employés à la grosse
chemins de fer, etc.

Suivant l'usage auquel on le
des fers jouissant de qualités di
soumises à des frottements puis
durs et tenaces dont la cassure es
nue, si, au contraire, ils ont u
à de la tenacité, ils seront propr
qui ont à subir un grand travail
ont une cassure fibreuse intern
fins. Les fers qui ne possèdent l
moindre degré le doivent à la pr
gères. Ainsi le phosphore ou un
cassant à froid, la cassure de
cettes brillantes, le soufre ou l
chaud ; la cassure du fer qui cont
râtre avec quelques traces jaune
vrain, il perd la propriété d'êtr
ou l'arsenic le rend brisant à cha

ur de 500 degrès centigrades, il commence alors à rou-
ir, à 1,400 ou 1,500 degrés, il devient d'un rouge blanc
lant, perd toute espèce de consistance et acquiert à
elle température la propriété précieuse de se *souder*, ce
i permet de préparer des pièces de fer homogènes de
tes formes et de toutes dimensions.

Outre les défauts que donne au fer la présence de ma-
tières étrangères, il y en a d'autres qui tiennent à la fabri-
tion : la *doublure* qui provient d'une soudure imparfaite
d'une certaine longueur ; les cendrures ou matières
étrangères interposées dans le fer ; les criques ou fentes
transversales ; les pailles ou petites doublures qui ont peu
de longueur et se manifestent à la superficie ; enfin toutes
les solutions de continuité dans le sens de la longueur,
qui peuvent présenter de grands dangers dans l'emploi.

8. Dans le commerce, on trouve le fer en barres
des, carrées ou méplates, ou en feuilles larges et
ces appelées *toles*.

Il y a également des fers à angles employés pour la
tion des pièces de tôle dans les chaudières, les fers
T, destinés à l'établissement des charpentes en fer ;
fers à vitrages qui remplacent le bois pour les fenê-
qui doivent permettre l'introduction dans les appar-
nts de la plus grande quantité possible de lumière ;
ers à boulons qui présentent successivement une série
arties carrées et rondes ; les fers de rampes ; enfin,
ces derniers temps, les chemins de fer ont introduit
ouvel échantillon, celui des rails à double rebord,
ourrait trouver son emploi dans d'autres construc-
.

trouve enfin des fers creux parfaitement soudés, de
ètre et d'épaisseur variables qui peuvent remplacer
yaux de fonte et de plomb dans les conduites d'eau.

it le monde connaît les nombreuses applications du
de la fonte dans les constructions ; une des plus heu-
, dans ces derniers temps, est le pont du carrousel ;
talent de M. Polonceau. Cette construction est un
e d'élégance, de solidité et d'économie. La fonte,
et le fer y remplissent chacun le rôle le plus avan-
à leur meilleur mode de résistance.

.andon.	96.40	1.80	»
Vaugirard. . . .	97.20	2.80	»
. . . .	100.00	»	»
ıednc du Gard . .	99.15	0.75	»
rs (Côtes-du-Nord)	92 42	4.67	»

... écrasent, se divisent en lames ou en ... soumises à un
des, réduire en poussière. Dans l
les pierres tendres, d'aggrégatio
moins compacte, et à grain moins
ments pyramidaux très-irréguliers
face du solide et leur sommet au
milieu ... agissent comme
les autres. Tous ces fragments s
... verticaux, et tombent enfin

S... avant d'être chargées de tou
produire l'écrasement, le plupart d
de légères fentes. Quand on a laiss
... sur une pierre une charg
... inférieure à celle qui produ
est à remarquer qu'il faut un poid
... obtenir l'écrasement. On peut
constructions dans lesquelles les pier
... de poids capable de produire
... La prudence commande
le dixième, au Panthéon à Paris on
... même ...

porter avec sécurité. Par exemple, nous avons vu que la force de l'élasticité du fer forgé est de 20,000,000,000 kilogrammes et que la résistance à la rupture de la même substance est de 40,000,000 kilogrammes ; admettons que le fer serait altéré si les fibres étaient allongées ou accourcies de 0,0005 de leur longueur naturelle, nous en conclurons qu'une barre de fer serait trop chargée si on lui faisait supporter un effort supérieur à 20,000,000,000 × 0,0005 = 10,000,000 kilogrammes par mètre carré.

Résistances des corps à l'écrasement ou résistances instantanées à la compression.

55. Les résistances instantanées à la compression sont, dans tous les cas, exactement proportionnelles aux bases des prismes rectangulaires semblables, qu'elles qu'en soient les dimensions.

Les résistances instantanées à la compression de cylindres employés comme rouleaux sont proportionnelles aux produits des diamètres par les longueurs, et, dans les cylindres semblables, aux carrés des diamètres ; si les cylindres sont de même longueur, aux diamètres seulement.

Dans les sphères les résistances sont entre elles comme les carrés des diamètres.

En un mot, dans les solides semblables les résistances instantanées à la compression sont, d'après M. Vicat, dans le rapport du carré des dimensions homologues ; les rapports des résistances instantanées à l'écrasement du cylindre et de la sphère au cube circonscrit ont été trouvés moyennement par cet ingénieur de 0,799 pour le cylindre chargé debout ; de 0,319 pour le même cylindre chargé en rouleau ; de 0,255 pour la sphère inscrite.

Des expériences particulières pour chaque espèce de pierres peuvent seules faire juger exactement de leur résistance ; les diverses qualités comme la couleur plus ou moins foncée, la dureté, la pesanteur spécifique, etc., ne peuvent et ne doivent donner lieu qu'à des conjectures, qui quelquefois peuvent s'éloigner beaucoup de la vérité. Ainsi quelques pierres dures ne doivent cette qualité qu'à parties constituantes, mais si ces parties sont mal entre elles, la pierre se brise très facilement ; d'autres [illegible]ment dures et, de plus, homogènes, bien que sus-

ceptibles de supporter une grande pression, éclat
cilement si elles ne se sont pas pressées unifor
sur toute leur surface. Il suit delà qu'une pierre du
quelquefois se fendre ou s'éclater plus facilement
pierre tendre, car il est bien rare que, dans les co
tions, les pierres soient soumises à une pression
uniforme.

56. Les pierres dures, d'aggrégation compacte et
gène et à grain fin, soumises à une pression capabl
écraser, se divisent en lames ou en aiguilles verticale
de se réduire en poussière. Dans les mêmes circons
les pierres tendres, d'aggrégation moins homo
moins compacte, et à grain moins fin, se divisent e
ments pyramidaux très-irréguliers, qui ont pour l
faces du solide et leur sommet au centre. Les deu
mides verticales agissent comme des coins pour
les autres. Tous ces fragments se partagent en
prismes verticaux, et tombent enfin en poussière.

57 Avant d'être chargées de tout le poids cap
produire l'écrasement, le plupart des pierres ma
de légères fentes. Quand on a laissé agir penda
ques jours sur une pierre une charge très-forte, n
pendant inférieure à celle qui produirait l'écrasen
est à remarquer qu'il faut un poids moins consi
pour obtenir l'écrasement. On peut conclure delà
constructions dans lesquelles les pierres supporter
tiers du poids capable de produire l'écrasement
très-hardies La prudence commande de ne guère d
le dixième, au Panthéon à Paris on est allé jusqu
tième et même jusqu'au quart pour quelques esp
pierres employées.

58. La résistance des pierres paraît augmenter
plus grand rapport que la surface de la base, cep
pour les calculs à établir d'après les résultats de
riences faites en petit, il est plus simple en mêm
que plus avantageux pour la solidité de l'ouvra
supposer les rapports égaux, c'est-à-dire d'admet
le bloc d'une base double offre aussi une force dou

[illegible] des [illegible]

[illegible]

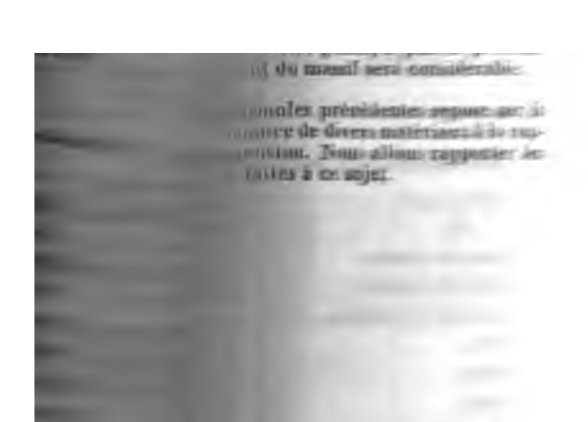
[illegible]	[illegible]
[illegible]	42
[illegible]	49
[illegible]	72

... se réduire e...
les pierres ten...
moins compacte...
ments pyramida...
faces du solide e...
mides verticales...
les autres. Tous...
prismes verticaux,...

57. Avant d'être...
produire l'écrasemen...
de légères fentes. Qu...
ques jours sur une p...
pendant inférieure à...
est à remarquer qu'...
pour obtenir l'écrase...
constructions dans le...
tiers du poids capab...
très-hardies La prude...
le dixième, au Panthé...
tième et même jusqu...
pierres employées.

58. La résistance...
plus grand rapport...
pour les ...

INDICATION DES MATIÈRES.	PESANTEUR spécifique.	RÉSISTANCE instantanée par centimètre carré.	OBSERVATIONS.
Lave grise des environs de Rome, dite piperino	1.07	228	
Lave tendre de Naples	1.72	160	
Tuf de Rome	1.22	57	
Scorie de volcan	0.86	33	
Pierre ponce	2.64	34	
Grès de Fribourg	2.20	400	
GRANITS.			
Granit vert des Vosges	2.85	619	
Granit gris de Bretagne	2.74	654	
Granit de Normandie	2.66	702	
Granit gris des Vosges	2.64	423	
Granit d'Aberdeen, bleu	2.62	775	
Granit à grains serrés, de Pélerhoad		588	
Granit de Cornouailles	2.66	451	
GRÈS.			
Grès très-dur, roussâtre	2.52	843	
Grès blanc	2.48	923	
Grès tendre	2.49	4	
PIERRES ARGILEUSES.			
Pierre porc ou puante	2.66	681	



… du massif sera considérable.

… mples précédentes reposent sur la … stance de divers matériaux à la rup- … ression. Nous allons rapporter les … faites à ce sujet.

donnée par l'expression :

$$2l\left(1-\sqrt{\frac{2l}{6l}}\right.$$

Quand le poids 2 P est placé
des appuis.

$$f=\frac{P}{E}\cdot 3$$

Et le point du plus grand abais
verticale située à une distance de
sion :

$$2l\left(1-\frac{1}{\sqrt{}}\right.$$

Le point milieu où nous suppos
s'abaisserait d'une quantité,

$$\frac{P}{E}\cdot\frac{7l}{48}$$

fait voir que la flèche de courbure est quatre fois ...indre quand le solide est encastré, que lorsqu'il est ...plement posé.

74. Les calculs qui précèdent reposent sur la connais...nce de la quantité que nous avons désignée par E; le ...bleau suivant l'indique pour les matières généralement ...ployées dans les constructions.

Ponts, Aqueducs, etc. 11.

Bois.	0.10 de la résistance instantanée. 0.08 quand la longueur de la pièce est égale à 12 fois l'épaisseur. 0.05 si la longr est égale à 24 fois l'épaisseur. 0.04 pour la largeur égale à 36 fois. 0.02 pour 48 fois. 0.01 pour 60 fois. 0.00 pour 72 fois.

D'après Rondelet à qui est due la table précédente pour le bois, une pièce de bois chargé verticalement est susceptible de plier lorsque la hauteur surpasse 10 fois l'épaisseur, d'où il suit que dans la plupart des cas qui se présentent dans la pratique, la résistance doit être déterminée par la considération seule du poids qui pourrait écraser la pièce.

Fer forgé	0.20 de la résistance instantanée. 0.14 quand la longueur égale 12 fois l'épaisseur. 0.10 quand la longueur égale 24 fois l'épaisseur.

Fer fondu.	0.20 de la résistance instantanée. 0.13 quand la longueur égale 4 fois l'épaisseur. 0.10 pour une longueur égale à 8 fois l'épaisseur. 0.013 pour une longueur égale à 36 fois l'épaisseur.

61. Pour le bois, le fer forgé et la fonte on peut calculer la charge pour l'unité superficielle de la section transversale qui commencerait à produire la flexion, lorsque la longueur des pièces dépasse vingt fois l'épaisseur, ou la plus petite dimension du rectangle, par les formules suivantes, dans lesquelles a représente l'épaisseur, l la longueur de la pièce et P la charge.

$P=0,822465\ E.\ \frac{a^2}{l^2}$ pour une section ab on aurait

$$P = 0{,}82 \frac{ba^3}{l^2}$$

valeur du coefficient d'élasticité E est donnée p
ue matière au paragraphe ci-après.
ur les pièces circulaires on aurait la formule suivan

$$P = 0{,}1685\, E \frac{d^4}{l^2}$$

ns les applications on prendra 0,1 P pour le bois
P pour le fer et la fonte.

RÉSISTANCE A LA RUPTURE PAR EXTENSION.

2. Les résistances à la rupture par extension sont pro-
ionnelles aux sections perpendiculaires à l'axe du ti-
, pour les solides de même matière.
, par des obstacles artificiels on oblige la matière à
mpre suivant des sections planes, inclinées sur la di-
n du tirage, on remarque que, jusqu'au 45° d'incli-
n, les résistances restent sensiblement proportion-
aux aires des sections; pour une inclinaison plus
ur l'axe du tirage, elles augmentent dans une pro-
n plus forte que l'aire des sections.

TABLE

63. *TABLE des résistances instantanées au tirage ou des résistances à la rupture par extension.*

NOMS DES SUBSTANCES.	Résistance à la rupt.re par extension, p.r un centimètre carré	Allongement possible sans altération d'élasticité.	carré produisant cet allongement.
	k.		
Pierre blanche d'un grain fin.	14.4		
Brique de Provence bien cuite.	19		
Pierre calcaire de Portland .	60		
Plâtre	4.9		
Force d'adhérence du plâtre aux briques et aux pierres.	2.67		
— aux pierres normalement au plan de rupture. . .	1.60		
— parall.t au plan de rupt.re.			
Adhérence du plâtre avec le fer	14		
— avec le bois très-faible .	4		
Mortier.	9.60		
Mortiers bien faits au sable quartzeux, chaux éminemment hydraulique . . .	6		
Id chaux hydraulique ordinaire. . .	3.60		
Id. chaux communes .	1.50		
Mortiers mal faits. . . .	600		
Bois de chêne, tiré dans le sens des fibres	981	0.00167	2

NOMS DES SUBSTANCES.	Résistance à la rupt.re par extension, p.r un centimètre carré.	Allongement possible sans altération d'élasticité.	Poids par centimètre carré produisant cet allongement.
1.° . . .	k. 647		
2.° . . .	812		
e sapin 1.° . . .	910		
2.° . . .	842	0.00113	127
1.° . . .	1240		
2.° . . .	1190		
. . . .	806		
›le	650		
. . . .	1000	0.00242	235
se ou Larix.	»	0.00192	173
jaune ou blanc. . . .	»	0.00117	217
rouge ou pin	»	0.00210	315
. . . .	1100		
u.	560		
. . . .	1400		
r.	700		
tiré perpendiculair.t direction des fibres .	162		
ier id.	125		
id	119		
›le latéralement aux fi- s ou par glissement. .	57		

NOMS DES SUBSTANCES.		Résistance à la rupt.re par extension, p.r un centimètre carré.	Allongement possible sans altération d'élasticité.	carré produisant cet allongement.
		k.		
Sapin latéralement aux fibres ou par glissement . . .		42		
Fer forgé ou étiré en barres	Le plus fort de petit échantillon .	6000	0.00090	18
	Le plus faible de gros échantillon.	2500		
	Moyen	4250		
Fer dit ruban très-doux . .		4500		
Fil de fer non recuit	de l'aigle employé à la carderie de 0mm 23 de diam.	9000		
	Le plus fort de 0mm 40 de diam	8000		
	Le plus faible d'un grand diam . .	5000		
	Moyen de 1 à 3mm de diam . . .	6000	0.00090	18
Fil de fer recuit		3600	0.00054	10
Fils de fer en faisceau ou cables		3000		
Chaînes en fer doux à maillons oblongs		2400		
Id. renforcées par des étançons.		3200		

OMS BSTANCES.	Résistance à la rupt.re par extension, p.r un centimètre carré.	Allongement possible sans altération d'élasticité.	Poids par centimètre carré produisant cet allongement.
plus forte coulée verticalem.¹	1350		
plus faible coulée horizontale.¹	1250		
ed	2790		
. . . . . .	4400		
. . . . . .	9440		
. . . . . .	9362	0.00220	6600
. . . . . .	8975		
ion dur . . .	2559		
anon fondu . .	»	0.00104	730
. . . . . .	2482		
fondu . . .	1341		
fin	1263		
laminé . . .	2140		
plus fort au dessus d'un millim. de diam . . .	7000		
oyen de 1 à 2mm	5000		
plus mauvais .	4000		
plus fort au-dessus de 1mm de diam . . .	8500		
oyen au-dessus de 1mm . . .	5000	0.00170	1500

[illegible], etc. 10.

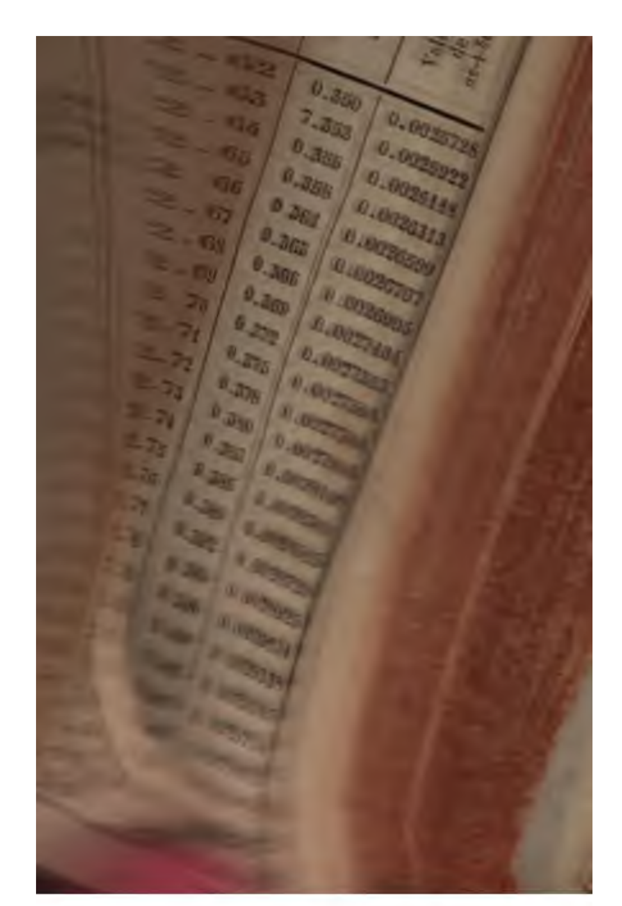
85. PIÈCES CARRÉ

INDICATION DES SUBSTANCES.	DIMENSIO
Fer fondu anglais. .	0,025m sur (
Fer coulé horisont.nt	0,006 sur (
id.	id.
id.	id.
id.	id.
id.	0,012 sur 0
id.	id.
Fer coulé verticale.nt	1.gr 0,25 id.
id.	0,006 sur 0,
id.	id.
id.	id.
id.	id.
Fer fondu (expérience de M. Bramah.)	id.
Acier	0,006 sur 0,
Fer forgé d'Angleterre	id.
Id. de Suède .	id.
Métal de canon dur .	id.
Fonte jaune fine . .	id.
Cuivre coulé . . .	id.
Etain	id.
Plomb	id.



des lits de plâtre ou de mortier ; dans ce c
guer de quelle manière la rupture à lie
se détachent du plâtre c'est l'adhérence
si la rupture a lieu dans l'intérieur de la
tier c'est la cohésion de cette matière qui

On conçoit que ces résistances doivent
nelles à l'étendue des surfaces en conta
peu d'expériences que l'on a sur ce
quelques variations à cet égard, que l'on p
expliquer en remarquant que la dessicati
est d'autant plus difficile et moins parfaite
sont plus étendues. Du reste ces résista
une grande différence suivant la nature
ployé et les circonstances dans lesque
placé : ainsi le mortier de ciment qui
présente une résistance beaucoup moind
mortier de sable, se trouve au contraire
supériorité quand on les immerge l'un
après l'emploi, il présente alors une r
neuf fois plus grande c'est-à-dire de 10,4
le mortier à sable ne donne plus que 1,2



— 62		
— 63	0.350	
— 64	7.353	0.0025728
— 65	0.356	0.0025922
66	0.358	0.0026118
— 67	0.362	0.0026313
— 68	0.363	0.0026509
— 69	0.366	0.0026707
70	0.369	0.0026905
71	0.372	0.0027104
72	0.375	[illegible]
73	0.378	[illegible]
74	0.380	[illegible]
75	0.382	[illegible]
76	0.385	[illegible]

RÉSISTANCE A L'ARRACHEMENT.

71. Lorsqu'une tige est scellée ou retenue dans milieu solide par une tête, de manière à ne pouvoi dégager sans entraîner une portion du milieu dans leq elle est engagée, ce milieu offre une résistance que Vicat a nommée résistance d'arrachement. Dans les ex riences qu'il a faites à ce sujet, la portion arrachée pa tige affectait la forme d'un espèce de solide conique tr qué dont le sommet est du côté de la tête de la tige e base du côté de l'extrémité, la génératrice s'appuyant les deux circonférences est une ligne convexe du côté l'axe. La résistance à l'arrachement pour une même est proportionnelle à la profondeur du scellement; pour deux tiges ayant des têtes de grosseur différe cette résistance serait proportionnelle aux produits diamètre des têtes par les profondeurs de scellement.

DE LA RÉSISTANCE DES CORPS

à la flexion produite par un effort dirigé perpendi lairement à leur longueur.

72. Les tables précédentes indiquent les limites efforts que peuvent supporter les pièces par compress et par extension. Mais souvent ces efforts, au lieu d'a directement et de comprimer ou d'étendre, font flé les pièces. Il s'agit maintenant de se rendre compte cet effet.

Nous avons déjà dit que dans la flexion, certaines fib s'allongent et que d'autres s'accourcissent. Lorsque allongements et les accourcissements sont très-petits, demeurent proportionnels à l'effort qui les produit. admettant en outre que les fibres opposent à l'allon ment et à l'accourcissement des résistances proporti nelles aux quantités dont la longueur de ces fibres varie le calcul indique que la résistance à la flexion est *prop tionnelle* aux expressions suivantes désignées par F.

1.° Pour un prisme, à section rectangle, dont a e représentent la largeur et la hauteur, ou bien les côtés rectangle.

$$F = E. \frac{ab^3}{12}$$

2.° Pour un prisme (*fig.* 6) à section formée de deux triangles rectangles égaux; dont les côtés horizontal et vertical de l'angle droit sont p et q

$$F = E. \frac{pq^3}{6}$$

3.° Pour un prisme à base carrée, dont a représente le côté

$$F = E. \frac{a^4}{12}$$

4.° Pour un cylindre dont le rayon est r

$$F = E. \frac{\pi r^4}{4}$$

Le côté du carré circonscrit au cercle étant $2r$, la résistance du prisme circonscrit au cylindre serait proportionnelle (*voir* n. 3.°) à E. $\frac{4r^4}{3}$, elle est donc à celle du cercle dans le rapport de 1 à $\frac{3\pi}{16}$ ou de 1 à 0,59.

5.° Pour un tuyau dont r' et r'' sont les rayons extérieur et intérieur.

$$F = E \frac{\pi (r'^4 - r''^4)}{4}.$$

6.° Pour une pièce rectangulaire, creuse, ou de la forme d'un double T (*voir fig.* 42 *et* 43);

Fig. 42, $AB = a$; $AC = b$; $DE = a'$; $DF = b'$
Fig. 43, $AB = a$, $AC = b$, $DE + de = a'$, $DF = b'$

$$F = E \frac{ab^3 - a'b'^3}{12}.$$

Si dans la *fig.* 43 on ne voulait pas tenir compte de la

partie intermédiaire qui établit la solidarité des parties extrêmes, par exemple, lorsque cette solidarité est établie au moyen de croix de St.-André, on ne compte pas sur la résistance à la flexion de la croix, alors on fait $a = a'$ et l'on a

$$F = E \frac{a (b^3 - b'^3)}{12}.$$

7.° Pour une section en forme de croix, *fig.* 44, dans laquelle $Cc = a$, $CD = b = AB$,

$$F = E. \frac{ab^3 + a^3 b - a^4}{12},$$

La résistance à la flexion est la même dans tous les sens.

8.° Pour une pièce à section de la forme indiquée *fig.* 45, dans laquelle on a :

$$AB = CD = b, \; A'B' = A'C' = b', \; Aa = Cc = a,$$

$$F = E \frac{b'^4 + (b^3 - b'^3) a + (b - b') a^3}{12},$$

La résistance à la flexion est la même dans toutes les directions.

9.° Pour une section de la forme représentée par les *fig.* 46 *et* 47, dans lesquelles a et b' représentent la largeur et la hauteur du rectangle horizontal, a' la largeur du rectangle ou des deux rectangles verticaux, et b, la hauteur totale des figures, on a :

$$F = \frac{E}{3} \left\{ az^3 - (a - a') (z - b')^3 + a' (b - z)^3 \right\}$$

pour déterminer la quantité z, on a :

$$z = \frac{1}{2}. \frac{ab'^2 - a'b'^2 + a'b^2}{ab' - a'b' + a'b}.$$

... faut-il qu ...
... ourrait ...
... aires et ...
... schis ...
... mais, dans ...
... ant une qu ...
... ents qui y ...

... très-...
... cependant ...
... avoir qu ...

doit dragu
çonnerie d

463. Ex
possible, s
on cherch
Mais si l'
truction s
du terrain
que le plus
descendre
qu'on lui do
premieres n
cer un grill
quarante cer
dont les int
sement du g
dont l'épais
caux. Dans
ou culée de
en dedans;
jusqu'à la ha

FONDATIONS

té, *fig.* 21 *ter*, s'abaissera d'une quantité :

$$(5) \qquad f = \frac{P}{F} \cdot \frac{l^3}{3} + \frac{pl}{F} \cdot \frac{l^3}{8}.$$

6.° Un solide posé horizontalement sur deux appuis, chargé uniformément et de plus d'un poids 2 P au milieu, *fig.* 22 *ter*, s'abaissera au point milieu d'une quantité :

$$(6) \qquad f = \frac{P}{F} \cdot \frac{l^3}{3} + \frac{pl}{F} \cdot \frac{5l^3}{24}.$$

7.° Un solide posé horizontalement sur deux appuis et chargé en un point quelconque, à la distance z du milieu, *fig.* 23, s'abaissera au point où est appliqué le poids 2 P d'une quantité :

$$(7) \qquad f = \frac{P}{F} \cdot \frac{(l^2 - z^2)^2}{3\,l}.$$

8.° Un solide *fig.* 24, posé horizontalement sur deux appuis et chargé uniformément sur une portion 2 l' seulement de la longueur, s'abaissera au point milieu de la partie chargée, point que nous supposons à la distance z du milieu du solide, d'une quantité :

$$(8) \qquad f = \frac{pl'}{F}\left(\frac{(2l^2 - 2z^2 - l'^2)(l^2 - z^2)}{6\,l} + \frac{l'^4}{24}\right)$$

9.° Un solide encastré horizontalement à une extrémité, posé à l'autre sur un appui au niveau de l'encastrement et chargé d'un poids 2 P placé à la distance z du point B *fig.* 25, s'abaissera d'une quantité :

$$(9) \qquad f = \frac{P}{F} \cdot \frac{z^3}{3}\,(2l - z\sqrt{\frac{2l - z}{6l - z}};$$

Dans ce cas, ce n'est pas au point où est placé le poids que l'abaissement est le plus grand, mais en un point situé à droite du point B, et à une distance de ce point

donnée par l'expression :

$$2l\left(1-\sqrt{\frac{2l-x}{6l-x}}\right).$$

Quand le poids 2 P est placé au milieu de l
des appuis.

$$f=\frac{P}{F}\cdot\frac{l^3}{3\sqrt{5}}$$

Et le point du plus grand abaissement se tro
verticale située à une distance de B donnée pa
sion :

$$2l\left(1-\frac{1}{\sqrt{5}}\right).$$

Le point milieu où nous supposons placé le
s'abaisserait d'une quantité,

$$\frac{P}{F}\cdot\frac{7l^3}{48},$$

dans le cas du n.° 2, ci-dessus, cet abaisseme
milieu est de

$$\frac{P}{F}\cdot\frac{16l^3}{48};$$

quand le solide est encastré par une extrémité
s'abaisse donc moins, dans le rapport de 7 à 1(

10.° Un solide encastré horizontalement aux
mités et chargé au milieu du poids 2 P, *fig.* 2
sera au point milieu d'une quantité.

$$(10) \qquad f=\frac{P}{F}\cdot\frac{l^3}{12};$$

Comparée à l'expression du n.° 2 ci-dessus

leur fait voir que la flèche de courbure est quatre fois moindre quand le solide est encastré, que lorsqu'il est simplement posé.

74. Les calculs qui précèdent reposent sur la connaissance de la quantité que nous avons désignée par E; le tableau suivant l'indique pour les matières généralement employées dans les constructions.

... les ouvriers de pays.

... meilleure machine à é... ...lé ... élevé, au plus bas ... une hauteur déterminée. ...que les meilleures machines ... elles ... l'effet utile est le ... dépensé par le moteu... ... à remplir, dans l... ... continue.

... moteurs d... ... les élévateurs et les ... machines sont la p... ... hydraulique, l... ...

... ...

NOMS des SUBSTANCES.	COEFFICIENT d'élasticité E.
ordinaire trempé et recuit .	21 000 000 000
anglais fondu de 1re qualité.	30 000 000 000
fortement trempé, très-fra-	11 000 000 000
grise	9 029 000 000
douce.	10 653 000 000 12 000 000 000
laiton recuit.	10 000 000 000
fondu.	6 450 000 000
e de canon fondu . . .	7 000 000 000
fondu	9 600 000 000
anglais fondu.	3 200 000 000
plomb de Coupelle étiré à d de 4 millim. de diamètre .	600 000 000
plomb du commerce é à froid de 6 millimètres diamètres	800 000 000
fondu ordinaire. . . .	500 000 000

la résistance des Corps à la Rupture produite effort dirigé perpendiculairement à la longueur.

avons vu, dans la flexion des corps, que certaines ont allongées, d'autres accourcies ; la rupture a nd les plus allongées ne peuvent plus l'être da-

çonnerie de

163. En d
possible, soi
on cherche
Mais si l'o:
truction sur
du terrain s
que le plus
descendre
qu'on lui d
premières
cer un gril
quarante c
dont les in
sement du
dont l'ép
eaux. Dan
ou culée d
en dedans
jusqu'à la

FONDATI.

164

lre qui aurait même section transversale qu'un
ésistance à la rupture serait exprimée par

$$G = R. \frac{(r'^2 - r''^2)^{\frac{3}{2}}}{4}$$

ar hypothèse $\pi r^2 = \pi (r'^2 - r''^2)$. Ainsi les
du tuyau et du cylindre sont dans le rapport

$$(r'^2 - r''^2)^{\frac{3}{2}} \text{ à } \frac{r'^4 - r''^4}{r'}.$$

ıant des valeurs à r' et r'', on verra que la résis-
uyau est plus grande que celle du cylindre de
tion.

r un tuyau rectangulaire ou une section de la
deux T opposés *fig.* 42 et 43.

). 42. $AB = a$, $AC = b$, $DE = a'$, $DF = b'$
g. 43. $AB = a$, $AC = b$, $DE + de = a'$, $DF = b'$

$$(6) \quad G = \frac{R}{6} \cdot \frac{ab^2 - a'b'^2}{b}$$

ne voulait pas tenir compte de la résistance de
ntermédiaire, il faudrait faire $a' = a$.

r une section en forme de croix,

Fig. 44. $Cc = a$, $CD = b = AB$,

ns le sens des côtés :

$$(7) \quad G = \frac{R}{6} \cdot \frac{ab^3 + a^3 b - a^4}{b}$$

le sens de la diagonale du carré circonscrit.

$$G = \frac{R\sqrt{2}}{6} \cdot \frac{b^3 a + ba^3 - a^4}{b + a}$$

8.° Pour une pièce à section de la forme indiquée, *fig.* 45, dans laquelle on a

$$AB=CD=b,\ A'B'=A'C'=b',\ Aa=Cc=a$$

chargée dans le sens des côtés :

$$(8)\quad G=\frac{R}{6}\frac{b'^4+(b^3-b'^3)a+(b-b')a^3}{b};$$

chargée dans le sens de la diagonale du carré circonscrit :

$$(8\ bis)\quad G=\frac{R\sqrt{2}}{6}\cdot\frac{b'^4+(b^3-b'^3)a+(b-b')a^3}{b+a}.$$

9.° Pour une section de la forme représentée par les figures 46 et 47, dans lesquelles a et b' représentent la largeur et la hauteur du rectangle horizontal, a' l'épaisseur du rectangle ou des rectangles verticaux, on a

$$(9)\quad G=\frac{R}{3}\cdot\frac{az^3-(a-a')(z-b')^3+a'(b-z)^3}{b-z};$$

z a la même valeur qu'au paragraphe 62.

10.° pour une section octogonale, *fig.* 47 *bis.*

$$(10)\quad G=\frac{R}{6}\left(a'b^2+\frac{1}{4}\cdot\frac{a-a'}{b-b'}\cdot\frac{b^4-b'^4}{b}\right).$$

En coupant cette figure en deux parties égales appliquant les côtés a' l'un sur l'autre, *fig.* 47 *ter*, et rendant les deux parties solidaires, on aura

$$(10\ bis)\quad G=\frac{R}{6}\left(ab^2-\frac{1}{4}\cdot\frac{a-a'}{b}(b-b')^3\right);$$

Cette expression est toujours plus grande que la précédente.

76. Les côtés du rectangle inscrit dans un cercle dont le diamètre est d, qui donnent le maximum de résistance à

$$\frac{d}{\sqrt{3}}\text{ et }\frac{d}{\sqrt{3}}+\sqrt{2}.$$ Ainsi, quand

rer d'un arbre d'un mètre de diamètre, une
ant la plus grande résistance possible, on doit
0,58 de largeur, et 0,82 de hauteur ; pour un
e quarante centimètres, les dimensions seront
0,33.
rait se demander quel est le rapport des côtés
.e qui donne la plus grande résistance à la rup-
-ci, étant proportionnelle à R $\frac{ab^2}{6}$, peut se
s la forme $\frac{Rs}{6}$. b en représentant par s la
: nous supposons invariable. et on voit qu'il
ìfiniment en même temps que b. Les limites de
ision sont données par la considération que le
ouisse fléchir transversalement.
qu'on veut inscrire dans un cercle l'octogone,
les côtés désignés a, a', b, b' les relations :

$$b^2+a'^2=b'^2+a^2=d^2$$

inent deux de ces quatre côtés en fonction des
s, on peut se donner arbitrairement l'un de
rs et déterminer le troisième de manière à ce
stance à la rupture soit la plus grande possible.
octogone inscrit dans un cercle de 1.m de
on trouve, en prenant $a'=0,25$ d'où il résulte
97, qu'il faut faire $a=0,77$, d'où il suit que
our avoir le maximum de résistance à la rup-
résistance est représentée par

$$R\times0,0890$$

peut le vérifier en mettant les nombres ci-
s l'expression (10).
ieu de considérer la résistance à la rupture de
octogonale représentée par la *fig.* 47 *bis*, nous
ons maintenant de celle de la *fig.* 47 *ter*, que
osons provenir d'un octogone inscrit, de sorte
a toujours $b^2+a'^2=b'^2+a^2=d^2$, et qu'après
ié a' arbitrairement nous cherchions la valeur
ndrait cette résistance un maximum, bien en-
nous admettons qu'après le sciage et le renver-

eux parties ont été rendues solidaires, on l'on fait $a'=0,25$, d'où il suit que $b=0,97$, pour la valeur de a qui rend un maximum 10 *bis*, $a=955$, d'où résulte $b'=0,29$, alors à la rupture est

$$R \times 0,1406.$$

nce à la rupture du cercle ayant un mètre de ait

$$R \times 0,0982$$

ectangle inscrit dans les meilleures conditions rait

$$R \times 0,0650$$

rant les résistances 1.° du cercle, 2.° du t, 3.° de l'octogone inscrit, 4.° de la se ant d'un octogone inscrit, on trouve es respectivement comme les nombres

982, 650, 890, 1406

ces sections étant :

785, $0^{m2},476$, $0^{m2},661$, $0^{m2},687$

enant tout à l'unité de superficie, les ont comme les nombres

1,000, 1,092, 1,076, 1,637.

rts qui précèdent sont établis pour un iètre est égal à l'unité, mais ils rest lque soit le diamètre, si l'on fait va ctangles et octogone proportionnellem

er des résistances à la rupture que nous celles relatives aux sections semblab n cercle dont le diamètre serait d', i nultiplier par $\frac{d'^3}{1}$ ou d'^3, c'est-à-dire pport des diamètres.

$$(2) \quad P\left(1+\frac{3f^2}{2l^2}\right)=G$$

f désigne la flèche de courbure, ou l'abaissement au
lieu, on a :

$$f=\frac{P\,l^3}{3\,F};$$

quand au moment de la rupture, la flèche est peu c
dérable, on peut négliger le terme en f^2 et l'on a,
le poids qui produirait la rupture :

$$2\,P=\frac{2\,G}{l}.$$

Il est d'ailleurs évident que l'effort exercé sur ch
appui est égal à P.

3.° Un solide prismatique droit, *fig.* 21 *bis*, enc
horizontalement à une extrémité et chargé uniform
de poids égaux p, par unité linéaire se rompra en
leur somme pl est égale a

$$(3) \quad p\,l=\frac{2\,G}{l};$$

Le poids p reparti sur chaque unité de longueur
n'être autre chose que le poids du solide lui-même.

On peut se demander quelle longueur il faudrait d
à une pièce de bois prismatique, en chêne pour qu'e
rompit, sous l'action de son propre poids, quand el
encastrée à une extrémité. En remplaçant G par sa v
page 124, nous avons :

$$p\,l=\frac{R}{3}\cdot\ \frac{ab^2}{l}.$$

Le poids p, pour l'unité de longueur, est égal au
duit de la section ab par le poids du mètre cu
... d'ailleurs R est donnée par la table du § 72
...oyennement $R=6\,000\,000$,

$$l^2\,s=2\,000\,000\,ab^2 \text{ ou } l^2\,s=2\,000\,000$$

$$d'o\grave{u}\ l = \sqrt{2\,000\,000 . \frac{b}{s}}$$

ur $b = 1$, $l = 45^m$ environ.

Dans les mêmes circonstances, pour la fonte on aurait 57 environ.

L'expression (3) comparée à l'expression (1) fait voir un solide peut porter un poids distribué uniformément toute la longueur, double de celui qu'il porterait sus- u à l'extrémité.

° Un solide prismatique ou cylindrique, *fig.* 22 *bis*, sur deux appuis horizontaux, chargé par des poids distribués uniformément sur toute la longueur, se ra si leur somme $2\,pl$ est égale à

$$(4) \qquad 2\,pl = \frac{4\,G}{l\left(1 + \frac{16\,f^2}{5\,l^2}\right)}$$

ssion qui, comparée à celle n.° 2, fait voir, en ant le terme en f^2, qu'il faut pour rompre le solide poids double, si on le distribue uniformément, de ce- qui le romprait, suspendu au milieu.

L'effort sur chaque appui est pl. la longueur qu'il fau- donner à une pièce rectangulaire posée sur deux ap- pour qu'elle se rompît sous l'action de son propre serait le double de celle trouvée ci-dessus. Cette ueur L serait donnée par l'égalité

$$L = \sqrt{\frac{2\,R\,b}{3\,s}}$$

plus généralement pour une base de fracture quel- nque,

$$L = \sqrt{\frac{8\,G}{p}}$$

° Un solide prismatique encastré horizontalement à extrémité, *fig.* 21 *ter*, chargé de poids égaux p, dis- bués uniformément sur toute la longueur et de plus d'un ids P à l'extrémité, se rompra, si l'on a :



N.° 1. *Sous-D*

Moi

Extraction et amen
Transport à 15.000
de trois chevaux
jour, y compris
dix voyages par
venir le mètre cu
Chargement, décha
trage . . .

Prix du mètre

N.° 2. *Sous-Détail*
cube de pierre

Extraction dans la
chage . . . .
Transport à 24.000

n solide encastré horizontalement, à une extrémité, r un appui à l'autre et chargé à une distance s du encastrement, d'un poids 2 P, se rompra en B si

$$2\,P + \frac{8\,G\,l^2}{s\,(s^2 - 6\,ls + 8\,l^2)},$$

ge sur l'appui, sera :

$$2\,P\,\frac{s^2\,(6\,l - s)}{16\,l^3}.$$

Un solide, *fig.* 26, encastré horizontalement, aux ctrémités et chargé au milieu d'un poids 2 P, se en même temps aux trois points B, savoir les deux d'encastrement et le point milieu, si l'on a :

$$2\,P = \frac{4\,G}{l}$$

ui fait voir que la pièce peut porter un poids double l qu'elle supporterait si elle était simplement posée x appuis.

Un solide, *fig.* 25 *bis*, posé sur trois, quatre, appuis horizontaux, également espacés et char- oids 2 P, 2 P′, 2 P″.... placés au milieu de l'in- l entre chaque appui se rompra si l'on a, en ne que trois appuis,

$$2\,P + 2\,P' = \frac{16\,G}{3\,l}.$$

rt exercé sur l'appui du milieu, sera :

$$\frac{11}{8}\,(P + P');$$

pui A placé du même côté que le poids 2 P, ce

$$\frac{13\,P - 3\,P'}{16},$$

et enfin sur l'appui placé du même côté que le p
ce sera :

$$\frac{13\,P' - 3\,P}{16};$$

c'est sur le point d'appui du milieu que la pièce te
rompre.

Si l'on suppose les poids égaux, chaque moitié
pièce est dans le même cas que si elle était enca
une extrémité et posée à l'autre sur un appui, dans

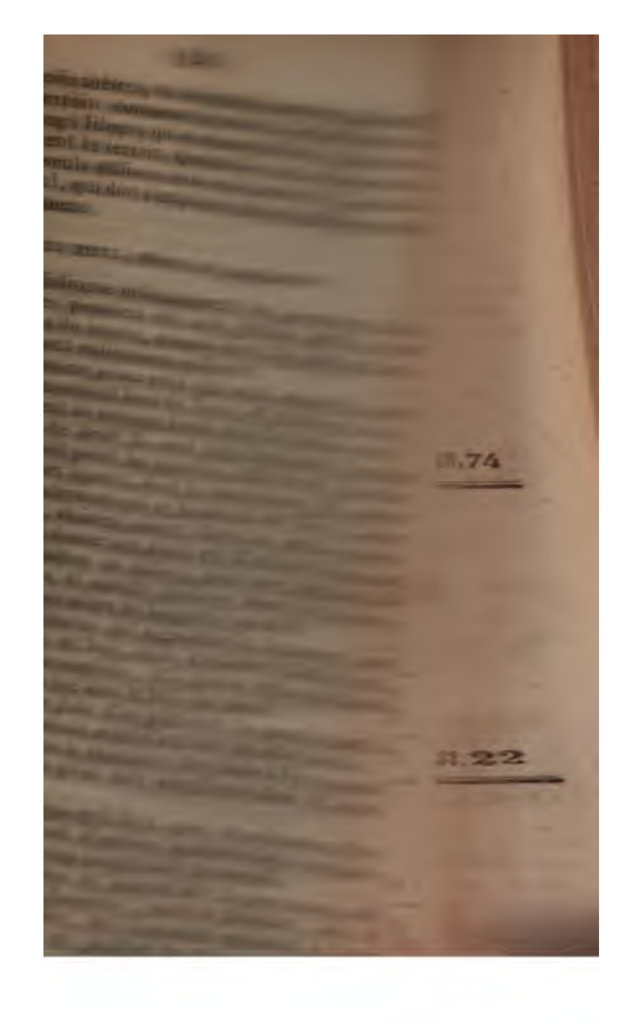
l'effort sur le point d'appui du milieu est $\frac{22}{8}$ P

chacun des points extrêmes $\frac{5}{8}$ P.

Dans les cas que nous avons considérés, nous av
diqué le point de rupture qui, dans les figures, es
gné par B, nous ferons observer à cette occasion que
une pièce est posée horizontalement, le point où ell
à se rompre est situé sur la verticale qui passe
centre de gravité des poids dont cette pièce est ch

79. Dans ce qui précède, nous nous sommes s
servi de l'expression : *solide encastré horizontal*
on entend par là que la portion encastrée doit être
riablement fixée de telle sorte que quelle que soit la
bure que prend ce solide, sous l'action des efforts au
il est soumis, la tangente à cette courbe reste to
horizontale aux points B, *fig.* 26. L'encastrement
par le scellement exact de certaine longueur BC du
dans un massif résistant. Pour être sûr que l'encastr
est complet, il faut que la partie supérieure du mas
pose sur la portion BC du solide encastré ait un po
dépend de celui dont la pièce est chargée. Suppo
pression totale exercée sur la portion BC, représen
M, le poids M, appliqué au point milieu de BC ; soi
leurs $l' = $ BC. Pour que l'encastrement soit comp
devra avoir, dans le cas de la figure 26,

$$M = P\,\frac{l}{l'},$$



pour
Da.
doit
çonn.

46:
possi
on c
Mais
tructi
du te
que l
desc
qu'o
pren
cer u
quar
dont
seme
dont
eaux
ou c
en d
jusq

TOM

CHAPITRE III.

Estimation ou application des Prix.

---

de déblais à 0.74 (D., n.° 8) . . .

de maçonnerie de fondations à 11.22 (D., n.° 1). . . . .

de maçonnerie de mortier de chaux et sable, à 10.08 (D., n.° 3), ci .

de maçonnerie en pierres de taille, à 58.74 (D., n.° 4), ci. . . .

de maçonnerie de moëllons essemillés, à 15.46 (D., n.° 2), ci . . .

de maçonnerie pour chape, à 32.22 (D., n.° 5), ci. . . . . .

mètres carrés de taille, à 6.93 (D., n.° 6), ci . . . .

mètres cubes de bois pour cintres, à 66 (D., n.° 7), ci. . . . . .

...e à valoir pour frais imprévus, etc., ci

Total . . .

...présent détail estimatif montant ... e mille francs ... ... ceni quatre-vingt ... ... , dressé par l'ingénieur soussigné

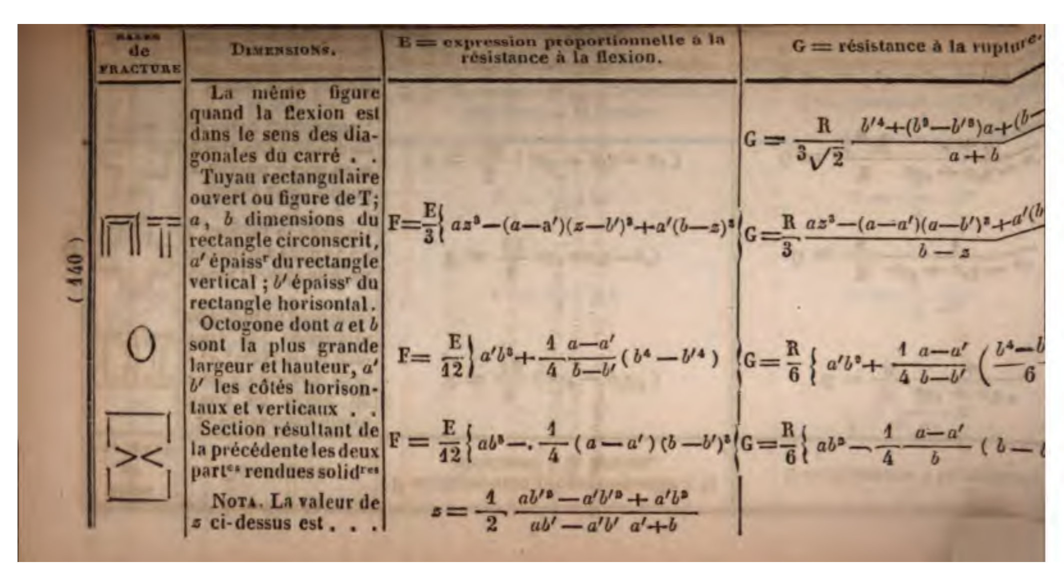
A . . . . ,



DÉTAIL ESTIMATIF.

	MÈTRE DES AQUEDUCS.	OBSERVATIO
r entre es . .	$\left.\begin{array}{r} l+6.60 \\ 2.00 \end{array}\right\} 2l+13.20$	Pour comp calculs ci-con savoir effectue tiplication alg dans le cas a siste à multip cient de l pa cateur.
. . .		

BASES de FRACTURE	DIMENSIONS.	F = expression proportionnelle à la résistance à la flexion.	G = résistance à la rupture.
	Tuyau rectangulaire creux ou figure de deux T opposés. a, b, a', b', largeurs et hauteurs des rectangles extérieur ou intérieur.	$F = \frac{E}{12}(ab^3 - a'b'^3)$	$G = \frac{R}{6} \frac{ab^3 - a'b'^3}{b}$
	Croix formée de deux rectangles égaux ; a, b, largeur et hauteur.	$F = \frac{E}{12} ab^3 + a^3b - a^4)$	$G = \frac{R}{6} \frac{ab^3 + a^3b - a^4}{b}$
	Même croix quand la flexion a lieu dans le sens des diagonales du carré circonscrit.	$F = \frac{E}{12}(ab^3 + a^3b - a^4)$	$G = \frac{R}{3\sqrt{2}} \frac{ab^3 + a^3b - a^4}{a + b}$
	Carré, dont le côté est b', renforcé de nervures dont la saillie est $b - b'$ et l'épaiss^r a.	$F = \frac{E}{12} \{ b'^4 + (b^3 - b'^3(a + (b - b')a^3$	$G = \frac{R}{6} \frac{b'^4 + (b^3 - b'^3)a + (b}{b}$



FACES de FRACTURE	DIMENSIONS.	E = expression proportionnelle à la résistance à la flexion.	G = résistance à la rupture.
	La même figure quand la flexion est dans le sens des diagonales du carré . .		$G = \frac{R}{3\sqrt{2}} \frac{b'^4+(b^3-b'^3)a+(b-}{a+b}$
	Tuyau rectangulaire ouvert ou figure de T; a, b dimensions du rectangle circonscrit, a' épaissr du rectangle vertical ; b' épaissr du rectangle horisontal.	$F=\frac{E}{3}\left\{ az^3-(a-a')(z-b')^3+a'(b-z)^3 \right\}$	$G=\frac{R}{3} \frac{az^3-(a-a')(a-b')^3+a'(b}{b-z}$
	Octogone dont a et b sont la plus grande largeur et hauteur, a' b' les côtés horisontaux et verticaux . .	$F= \frac{E}{12}\left\{ a'b^3+\frac{1}{4}\frac{a-a'}{b-b'}(b^4-b'^4) \right\}$	$G=\frac{R}{6}\left\{ a'b^2+\frac{1}{4}\frac{a-a'}{b-b'}\left(\frac{b^4-b}{6}\right.\right.$
	Section résultant de la précédente les deux partes rendues solidres	$F = \frac{E}{12}\left\{ ab^3-\frac{1}{4}(a-a')(b-b')^3 \right\}$	$G=\frac{R}{6}\left\{ ab^2-\frac{1}{4}\frac{a-a'}{b}(b-\right.$
	NOTA. La valeur de z ci-dessus est . . .	$z=\frac{1}{2}\frac{ab'^2-a'b'^2+a'b^2}{ab'-a'b'\ a'+b}$	

s plus grands efforts auxquels les matériaux dans les constructions peuvent être exposés avec

...enons de dire comment on calcule l'effort qui fe...re une pièce de dimensions définies. On passe de ...naissance à celle de l'effort qu'on peut faire sup...x matériaux dans les constructions, en consul...s qui sont regardées comme les plus hardies, et ...emps a cependant garanti la solidité. C'est ainsi ...ixé par l'expérience, pour les diverses sortes de ...x, les limites suivantes :

...elant R' le plus grand effort que l'on puisse faire ... aux fibres longitudinales d'un corps, sur l'unité ...ille, l'expérience donne les rapports suivants ...t R' :

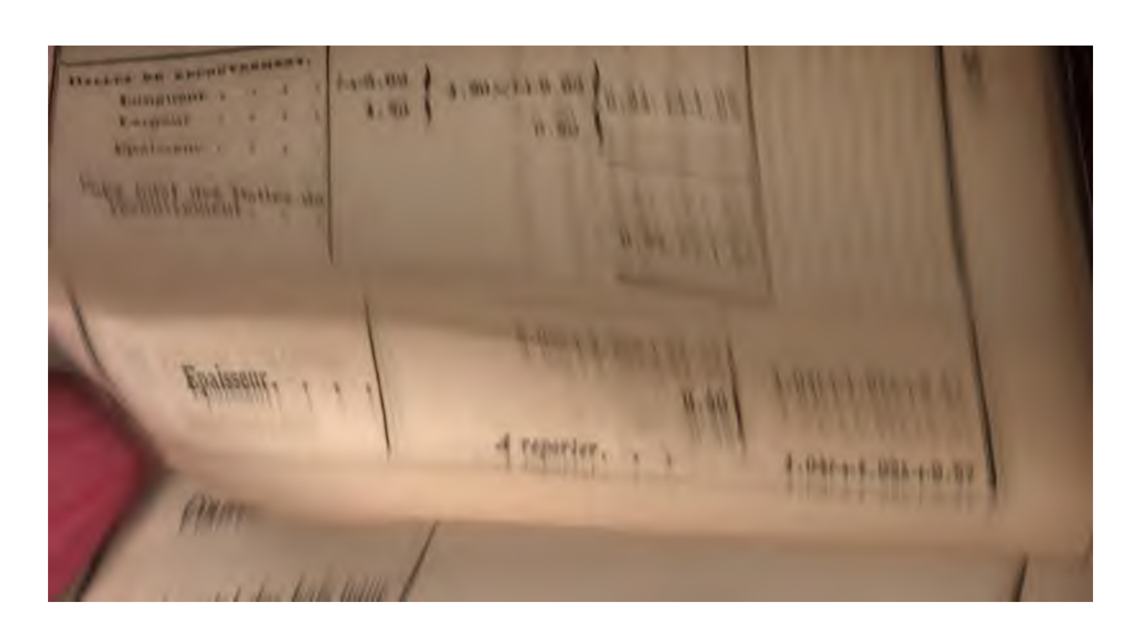
...s.	$R' = 1/10\ R$.
...forgé . . .	$R' = 10,000,000$ kil.
...fondu . . .	$R' = 1/4\ R$.

On aura la force permanente des matériaux ex... flexion transversale, en substituant la valeur de ... de R dans les formules qui se rapportent à ce

Récapitulation.

82. *Récapitulation des principaux cas de la flexion* [...] *rupture des corps prismatiques et cylindriques que no*[...]

DISPOSITION DES SOLIDES.	EFFO[...] SUR LES [...]
(Nota. Dans les figures, le point B indique le point où le solide tend à se rompre).	
1. Solide encastré horisontalement et chargé d'un poids P à l'autre extrémité. (*fig* 21).	»
2. Solide posé horisontalement sur deux appuis et chargé au milieu d'un poids 2 P. (*fig.* 22)	P[...]
3. Solide encastré horisontalement et chargé uniformément de poids p, dont la somme est pl (*fig.* 21)	»
4. Solide posé horisontalement sur deux appuis et chargé uniformément de poids p. (*fig.* 22)	pl[...]
5. Solide encastré horisontalement, chargé uniformément et de plus d'un poids P à l'extrémité. (*fig.* 21 ter)	»
6. Solide posé horisontalement sur deux appuis, chargé uniformément et de plus d'un poids 2 P au milieu. (*fig.* ter). . . .	P[...]
7. Solide posé horisontalement sur deux appuis, chargé en un point quelconque d'un poids 2 P (*fig.* 23)	$P\frac{l-z}{l}$[...] $P\frac{l+z}{l}$[...]
8. Solide posé horisontalement sur deux appuis, et chargé uniformément sur une portion 2 l' de sa longueur seulement (*fig.* 24).	$pl'.\frac{l-z}{l}$[...] $pl'.\frac{l+z}{l}$[...]
9. Solide encastré horisontalement à une extrémité, posé sur un appui à l'autre et chargé d'un poids 2 P (*fig.* 25)	$2P\frac{z^2(6\ldots}{1\ldots}$[...]
10. Solide encastré horisontalement aux deux extrémités et chargé au milieu du poids 2 P. (*fig.* 26)	»
11. Solide posé horisontalement sur 3, 5.... appuis, et chargé de poids 2 P, 2 P'' .. au point milieu entre les ap[puis] (*fig.* 25 bis).	B, $\frac{11}{8}$ ([...] A, $\frac{13P-3P'}{16}$;C[...]


Epaisseur
A reporter

RÉSISTANCE DES CORPS PRISMATIQUES A LA TORSI

83. Un solide prismatique, invariablement fixé à u trémité et sollicité à l'autre par un effort agissant bras de levier perpendiculaire à l'axe du prisme, s et finit par se rompre, si l'effort qui produit la torsi assez grand. L'effet de la torsion est d'amener le dia B B′ dans la position A A et de déplacer de la mêm nière toutes les autres sections de moins en moins j celle invariablement fixée qui n'éprouve aucun dé ment. Représentons (*fig.* 27 *bis*) par P l'effort e en A, exprimé en kilogrammes.

c le bras de levier oA ;

d le diamètre du solide ;

l sa longueur ;

t la résistance spécifique à la torsion, c'est un constant pour chaque espèce de corps ;

u l'angle de torsion AoB.

L'expérience suivante donne pour la valeur en d de l'angle de torsion dû au poids P

$$u = 10{,}186\, \frac{Pc}{t} \cdot \frac{l}{d^4}$$

Lorsque la section transversale est un rectangle les côtés sont a et b, on a pour la valeur du angle.

$$u = 12\, \frac{Pc}{t} \cdot \frac{l}{ab(a^2+b^2)}$$

Si $a=b=d$, c'est-à-dire pour une pièce carrée cir crite au cercle d

$$u = 6\, \frac{Pc}{t} \cdot \frac{l}{d^4}$$

On n'a d'expérience sur la torsion que pour l forgé et l'acier, la valeur moyenne de t pour ces tances est de

$$t = 91\ 674\ 000 \text{ k.}$$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.		DEUX MÈTRES	
MAÇONNERIE. — RADIER.			
Surface. Longueur entre les têtes . . .	h+d 40	4,40h+26,24	
Surface. Largeur. . . .	4,40		
Surface. Longueur pour les deux têtes . .	1,80	8,40h+43,50	
Surface. Largeur. . . .	2h+7,50		
		4,40h+5,40h+30,74	2,05h+2,70h+[illegible],37
Epaisseur		0,50	
		A reporter. .	2,05h+2,70h+10,37

85. pièces Carrées.

INDICATION DES SUBSTANCES.	DIMENSIONS.	VAL
Fer fondu anglais. .	0,025^{m} sur 0,025	45
Fer coulé horisont.^{nt}	0,006 sur 0,006	45
id.	id.	33
id.	id.	36
id.	id.	38
id.	0,012 sur 0,012	53
id.	id.	42
Fer coulé verticale.^{nt}	1.^{gr} 0,25 id.	29
id.	0,006 sur 0,006	48
id.	id.	46
id.	id.	39
id.	id.	38
Fer fondu (expérience de M. Bramah.)	id.	44
Acier	0,006 sur 0,006	78
Fer forgé d'Angleterre	id.	46
Id. de Suède .	id.	43
Métal de canon dur .	id.	22
Fonte jaune fine . .	id.	21
Cuivre coulé . . .	id.	20
Etain	id.	6
Plomb	id.	4

Pièces Rondes

22. La moyenne de la valeur T pour les pièces rondes [illegible] le diamètre à varié depuis cinq centimètres jusque [illegible] centimètres, est, d'après les expériences de M. [illegible] :

$$T = 20\ 305\ 000\ k.$$

[illegible] déduire l'effort permanent Pc de torison auquel on [illegible] soumettre des axes de rotation, des formules qui [illegible], il ne faudrait prendre que le cinquième ou le [illegible] au plus de la valeur de T.

CHAPITRE IV.

Notions générales sur les diverses espè[ces] de Ponts et Pontceaux.

87. Les ponts et pontceaux sont des ouvrages e[n maçon]nerie, en bois ou en fer, destinés à franchir [les cours] d'eau, les ravins ou un fossé large et profond.

Sous le rapport de la grandeur, on les disti[ngue en] *ponceaux*, *arches* et *ponts*. La différence entre [les pont]ceaux et les arches est arbitraire : on entend géné[ralement] par ponteau, un pont en une seule arche dont [l'ouver]ture est au-dessous de deux mètres; cependant [quelques] personnes appliquent encore cette dénominati[on aux] arches de quatre mètres; cela n'a pas d'inconvéni[ent, parce] que la forme et le mode de constructions ne chan[gent pas] qu'il s'agisse d'un ponceau et d'une arche.

On entend par arche un pont qui ne présente q[u'un] passage aux eaux, mais les arches elles-mêmes [prennent] la dénomination de ponts, lorsqu'elles ont une tr[ès grande] ouverture.

Enfin un *pont* est la réunion, à la suite les un[es des au]tres, de plusieurs passages pour les eaux ou de[s] *arches*.

88. Sous le rapport de la nature de leur con[struction,] on les distingue en *ponts en bois*, *ponts en pier[re], [ponts] en fer fondu*, *ponts en chaînes ou fil de fer*, et [*ponts en*] *cordes*.

Les diverses ouvertures des ponts en bois, en f[er,] en chaînes ou fil de fer et en cordes, prennent l[e nom de] *travées*. Les travées sont pour ces ponts, ce qu[e les] arches pour les ponts en maçonnerie.

le rapport du mode de construction, on les dis-
›onts *fixes*, *ponts mobiles*, *ponts flottans et*
s.

nonde comprend ce qu'on entend par les pre-
ıme ils doivent être d'ailleurs l'objet de ce pe-
ıns nous bornerons à dire qu'on doit entendre
xes, ceux dont aucune des parties n'est dispo-
ère à pouvoir changer de position à l'aide de
particulières.

ui concerne les autres, dont il ne sera point
e cours de ce manuel, nous en donnerons la
ulement.

mobiles comprennent les *ponts levis* et les
ıns. Les ponts-levis sont ceux dont le plancher
abaisse, à l'aide de flèches, de chaînes ou d'une
squ'un pont est composé de deux ou plusieurs
ıt une forme pont-levis, les autres prennent,
ion, le nom de *ponts dormans* Les *ponts tour-*
ıux qui s'ouvrent et se ferment en tournant sur
es ponts mobiles sont employés sur les routes
franchir une rivière ou un canal navigables,
bords ne permettent pas d'élever la route ou
ıne hauteur telle que les bateaux puissent pas-
ıt sous le pont. Si la largeur à franchir est con-
es ponts sont à double volée.

l par *pont flottant*, un pont supporté par une
eaux, sur lesquels on jette plusieurs poutres
le charpente destinées à les entretenir, et en
à recevoir un tablier ou plancher pour le pas-
tons ou des voitures. Ces ponts sont terminés,
xtrémités, par des tabliers à charnières qui
te ou rampe, selon que les eaux s'abaissent ou
ır les rivières navigables, une des conditions
le ces ponts est de pouvoir déplacer un ou deux
qui les supportent, pour ouvrir temporaire-
ısse à la navigation.

volans sont une espèce de bac composé de
x joints ensemble par un plancher entouré d'un
, avec un ou plusieurs mats, du haut desquels
g cable, porté de distance en distance sur de
ıx, dont le plus éloigné est à l'ancre au milieu
partir de ce point, comme centre, le pont

décrit un arc à l'aide seule du gouvernail, e
d'une rive à l'autre; le courant suffit pour le d
un des meilleurs systèmes de bac pour traverse
fleuves.

Comme nous l'avons déjà dit, il ne se
dans ce petit traité, que des ponts fixes, et en
lerons-nous que des ponceaux et ponts en m
bois. Ce sont les seuls qui soient d'un usage l
les routes, et s'il s'en rencontre quelquefois d
truction soit plus difficile et l'importance plu
direction en est alors confiée à des personnes
pas besoin d'avoir recours à un traité aussi
que celui-ci.

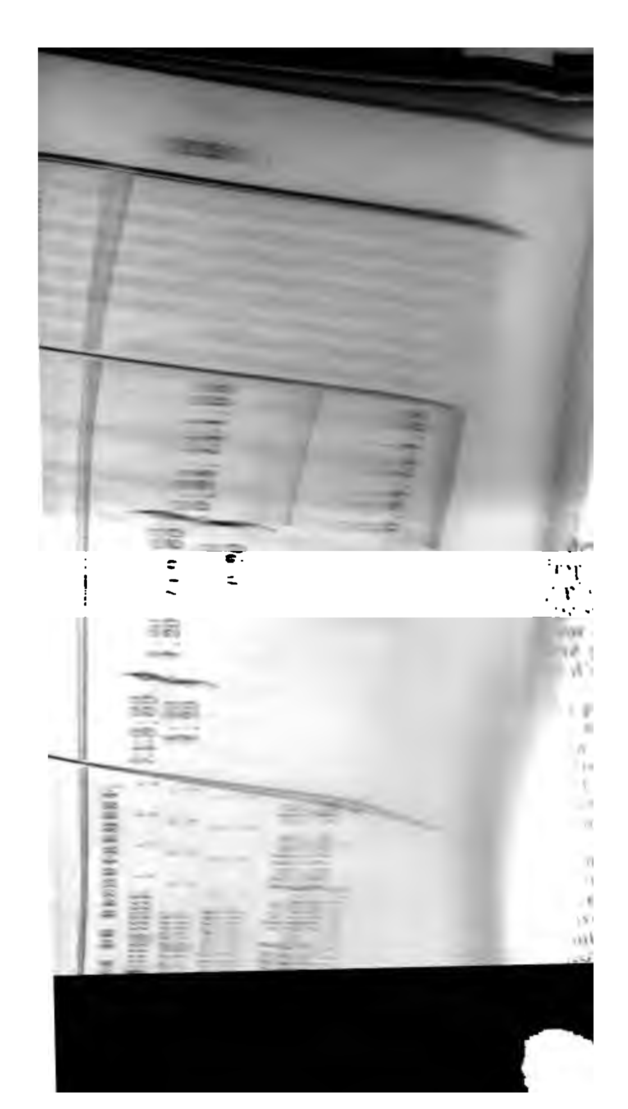
Des différentes parties des Ponts et P

90. Un pont se compose de différentes part
ritent toutes une étude particulière et approf
l'une d'elles vient à périr, elle entraîne la r
tres, ou tout au moins les rend inutiles. Nou
bord les énumérer et en donner la définition,
drons ensuite d'une manière toute particuli
cune d'elles.

Quand on a choisi l'emplacement d'un po
cas où ce choix se trouve être à la dispositi
tructeur, les parties dont on a successivement
sont :

91. La *fondation* ou la partie inférieure de
tion, destinée à supporter tout le poids du res
sistance de la fondation, dépend essentiellemen
de l'ouvrage; le moindre vice dans cette p
tante peut entraîner sa ruine entière. Pour l
tions de ponts particulièrement, les fondatio
cessamment exposées à l'action des eaux
tous les soins du constructeur.

92. Le radier, ou ouvrage en maçonnerie,
tout l'emplacement sur lequel doit être const
et qui s'élève jusqu'à l'arrasement du sol nat
de la rivière ou du ruisseau. On ne fait de radi
qu'on craint que le terrain, sous la voûte, ne s



CHAPITRE V.

DE L'EMPLACEMENT DES PO

99. Il est rare que le constructeur puis
volonté l'emplacement où il doit édifier un
toujours la position est déterminée d'avanc
routes déjà construites, si l'on se trouve e
pagne, soit par les rues qui viennent y abo
vrage doit être exécuté dans une ville. Lo
ainsi, il ne reste plus qu'à tirer le meilleur
de l'emplacement marqué, tant pour la
l'ensemble du pont, que pour sa solidité. L'
pas maître d'éviter les obstacles que la natu
devoir est de chercher à les vaincre le plus
possible. Un bon choix annonce le mérite
teur, des difficultés surmontées mettent son
dence.

Dans les cas fort rares, où l'on a à déter
placement, la première recherche à faire
der, est celle d'un fond solide; nous verron
l'article des fondations, comment on procè
nir des notions précises à cet égard. Le roch
leur de tous les fonds, il n'est pas susceptibl
primé par le poids de l'édifice, ni d'être a
courant des eaux. Si l'on est assez heureux
contrer à une faible profondeur, et à une
du point qu'il serait le plus naturel de chois
pas hésiter à dévier la route et même à allo
parcours, plutôt que d'exposer l'avenir de la
en l'établissant sur un sol qui n'offrirait pas
curité.

Dans une large vallée, les mêmes

vent conduire à détourner le ruisseau ou la rivière, et
porter son cours vers l'un des coteaux où l'on a ren-
tré un terrain résistant; pour les petits ruisseaux, on
t surtout user de ce moyen; mais, pour les grandes
ères, il ne faut se résoudre à ce parti qu'après y avoir
n mûrement réfléchi et avoir étudié leur régime avec
n et pendant long-temps. Les cours d'eau se sont tracés
lit qu'il est quelquefois difficile de leur faire abandon-
r, et on pourrait presque dire qu'ils ont des allures et
s habitudes qu'il est dangereux de vouloir modifier.

100. Quand on a à exécuter un ponceau sous les grands
remblais d'une route et qu'il est destiné à donner écoule-
ment aux eaux pluviales d'un ravin ou d'une vallée stérile,
il peut être avantageux de ne pas le placer au point le plus
bas du sol *a*, (*fig.* 1). On peut l'élever et le reporter sur
le flanc de l'un des versans en *a'*. Cette disposition offre
plusieurs avantages : d'abord, il y a économie dans la
construction, puisqu'elle n'a pas besoin d'une aussi grande
longueur, *a'*, (*fig* 2); ensuite, on a moins à craindre de
le voir obstrué par les eaux d'orage qui, formant ainsi un
espèce d'étang, en amont de la route, laissent déposer,
avant de s'écouler, la plus grande partie de la vase qu'elles
tiennent en suspension. Si les terres, déposées successive-
ment dans le vallon, parviennent à en élever le sol jus-
qu'à la hauteur du ponceau, on creuse alors un lit qu'on
a soin d'entretenir.

111. Dans l'établissement des ponts et ponceaux, quand
on est fixé sur leur emplacement, on doit chercher, autant
que possible, à diriger l'axe de la construction perpendi-
culairement au fil des eaux, afin que la direction du cou-
rant soit parallèle aux faces latérales des piles et des cu-
lées. Ce parallélisme est une condition essentielle à rem-
plir et, lors même que l'axe du pont ne peut être dirigé,
comme nous venons de le dire, on ne doit pas y renoncer,
on incline alors les faces des piles relativement à cet axe,
et on a ce qu'on nomme un *pont biais*. Cette espèce de
pont doit être évitée, autant que possible, elle présente
d quelques difficultés dans l'appareil de la voûte,
-dire, dans la forme que l'on doit donner à chacune
des pierres apparentes qui la composent; ensuite, elle

ur qu'on puisse compter dessus, et d'ailleurs
-ils, lorsque la charpente est neuve, que le retrait
ltérations qu'éprouve toujours le bois, auraient
modifié, d'une manière très-notable, la résistance
elle on croyait pouvoir compter.

L'INTERVALLE entre les pieux n'est rempli par des
ches verticales que dans la partie enterrée, au-
n fait un revêtement en planches horizontales,
lerrière les pieux et destinées seulement à empê-
boulement des terres. Elles n'augmentent point la
ce de la culée, elles ne font que la reporter sur
x.

lanches de revêtement ne sont jamais assez join-
our empêcher que les eaux ne délaient les terres
s derrière, aussi est-il bon de mettre des fascinages,
illoux et du gravier par derrière sur toute la profon-
de l'eau sinon les terres étant enlevées peu à peu, il

CHAPITRE VI.

DU DÉBOUCHÉ DES PONTS ET PONTCEAUX.

152. On entend par débouché d'un pont ou d'un ponceau la surface d'écoulement qu'offre aux eaux l'ensemble de ses diverses ouvertures. Le débouché des pontceaux a beaucoup moins d'importance que celui des grands ponts et nous allons d'abord exposer les règles pratiques qui servent de guide dans la solution de cette question.

Il est rare qu'on ne trouve pas à peu de distance du point où l'on veut établir un pontceau, soit sur le même ruisseau, soit sur un autre, une construction de ce genre; alors on établit le rapport des surfaces des deux bassins dont les eaux doivent trouver un écoulement sous les pontceaux, et on l'adopte pour celui des débouchés, en ayant soin toutefois de tenir compte des petites différences qui peuvent exister entre les deux cas, et qui portent à augmenter ou à diminuer un peu ce rapport.

Lorsqu'on n'a pas cette ressource, on peut encore se diriger d'après quelques résultats d'expériences; ainsi, dans un pays plat, comme la Belgique, où les collines n'ont que 15 à 20 mètres de hauteur au-dessus des plaines, on donne une largeur de débouché de quarante-cinq à cinquante centimètres pour mille hectares ou cinq huitièmes de lieue carrée de 4,000^{m}, ce qui revient à quatre-vingts centimètres par lieue: dans les pays où les montagnes ont cinquante mètres au-dessus des vallées voisines, on donne jusqu'à deux mètres de largeur pour la même superficie de terrain.

La différence de largeur de débouché qu'il faut donner, pour une même étendue de pays, dans les deux circons-

ux de culées, à une cer
ieux de retenue sont re ... avec
ens en bois, munis d'un redant,
assujettis par un boulon en fe
ur donner plus de stabilité à ce
prévenir tout changement de form
ux et du lien horizontal, on ajoute
a *fig.* 6, un autre lien incliné, bo
culée et le lien horizontal, et simplement
celui de retenue, si l'on se figure la
ouvement de la culée tend à se faire
oussée des terres, on verra que le point
s la gauche et que la forme triangula
s'oppose à ce mouvement; c'est du reste
ommune à tous les systèmes de charpente
ulaire est la seule qui s'oppose efficace-
ment de forme. Pour que ce changement
l faudrait que l'un des côtés du triangle se
est pas de même pour tout autre figure po-
es angles peuvent varier, bien que les côtés
ment de même longueur. Dans une figure
la force des assemblages est la seule qui
ngement des angles; généralement les as-
nt pas faits avec assez de soin et de préci-
n puisse compter dessus, et d'ailleurs la
sque la charpente est neuve, que le retrait
as qu'éprouve toujours le bois, auraient
d'une manière très-notable, la résistance
croyait pouvoir compter.

VALLE entre les pieux n'est rempli par des
rticales que dans la partie enterrée, an-
un revêtement en planches horizontales,
les pieux et destinées seulement à empê-
ent des terres. Elles n'augmentent point la
a culée, elles ne font que la reporter sur

de revêtement ne sont jamais assez join-
êcher que les eaux ne délaient les terres
e, aussi est-il bon de mettre des fascinages,
du gravier par derrière sur toute la profon-
non les terres étant enlevées peu à peu, il

se manifeste aux abords du pont des affaissemens qui nécessitent de nouveaux remblais et forcent à relever fréquemment le pavé.

Les pieux sont reliés entre eux, dans la partie au-dessus de l'eau, par des moises horizontales boulonnées; elles maintiennent leur écartement et les rendent solidaires, en contribuant à une répartition égale de la force à laquelle ils ont à résister.

Quelquefois on incline les culées en bois, cette disposition diminue le prisme de terre qui produit la poussée et la charpente est moins fatiguée, mais on est obligé d'allonger les poutres qui forment le tablier. L'inclinaison varie du quart au cinquième, c'est-à-dire que pour un mètre de hauteur, on donne vingt-cinq ou vingt centimètres de base.

L'équarrissage des pieux est proportionné à la hauteur, il peut varier de vingt à trente centimètres. Les palplanches ont cinq centimètres d'épaisseur. Les figures 1, 2, 3, 4 indiquent les dimensions des principales pièces. Dans la figure 5, on voit, en avant de la culée, un marche-pied destiné à laisser circuler, au-dessous du pont, le long des rives, les gens à pied et les chevaux; les besoins de la navigation nécessitent quelquefois cette disposition. Ce marche-pied est construit exactement de la même manière que la culée, les pièces de charpentes sont seulement d'un équarrissage moindre.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5 représentent un projet de passerelle à construire sur une rivière navigable. Les trois arches du milieu ont chacune sept mètres de largeur, les deux extrêmes ont sept mètres trente centimètres, cette différence est motivée par le marche-pied.

Palées.

191. Les palées des ponts en charpente sont composées d'une ou de plusieurs files de pieux, battus dans la direction du courant. Lorsque le pont n'est pas très-élevé, ces pieux peuvent être d'une seule pièce (*voir fig.* 4), mais cette disposition, lors même qu'elle peut être adoptée, a un grave inconvénient : la partie du pieu qui se trouve au niveau de l'eau est continuellement exposée aux alternatives de sécheresse et d'humidité, le bois se détruit promp-

couronnent les palées. La sous-
de la figure 2 se trouvent suppr

Pour une longueur plus gr
atteignant sept mètres on dimin
soit en adoptant le système ind
sous-poutreaux et de contre-fich
de contre-fiches. Quand la dista
dimensions ci-dessus, et que l
huit à onze mètres, alors on
une sous-poutre semblable à c
de la palée. Cette sous-poutre e
tre-fiches inclinées venant s'arc
(*fig*. 13).

Il est rare que l'on puisse t
assez longues pour fournir des p
tres sur un équarrissage de trente
alors on les fait de deux pièces q
la sous-poutre du milieu (*fig* 1
fait porter plus de la moitié du p
tre-fiches inclinées, ce qui les
éviter qu'elles ne plient on les
treaux portés sur les chapeaux c
inclinées. Quand la travée a plu
encore employer le système d
fiches; mais alors le sous-pou

...ent occasionner des tournoimens ou des ondulations l'eau qui y coulera ; concevons enfin qu'un tel soit alimenté, à l'une de ses extrimités, par une e d'un produit constant par seconde, et offre, à e bout, un mode fixe d'évacuation : par exemple, mbouchure dans un bassin d'un niveau invariable; déversoir de superficie, ou bien encore une ca- de fond entièrement libre du côté d'aval. Après tain laps de temps, à compter de la première ction de l'eau dans le canal, il s'établira, dans on étendue, un courant dont chaque section ale dépensera, par seconde, précisément la uantité d'eau que fournit la source. Dès-lors e du cours d'eau conservera une position inva- le manière qu'à quelque instant que l'on prenne ion du courant, par un même plan fixe quel- cette section sera toujours la même. Cet état d'eau s'appelle en général *régime permanent*. our seule condition, que le courant soit décom- en filets fluides invariables de forme et de , dépensant un volume d'eau constant pendant de temps, mais dont la section, et par consé- la vitesse, peuvent être variables d'un point à un d'un même filet.

...n ajoute de plus que la vitesse et la section de le filet en particulier soient constantes, le régime ...nt alors *uniforme*. »

1.° Régime uniforme.

Cette force retardatrice qui, à une certaine époque ...vement, vient faire équilibre à la force accélératrice, ...e pas avant le mouvement comme cette dernière, ...rs le mouvement ne pourrait avoir lieu, mais elle une conséquence ; elle naît pour ainsi dire avec lui, ...it d'intensité lorsque la vitesse augmente et finit ...s, si le mouvement se continue assez longtemps, ...venir aussi puissante que la cause en vertu de la- ...elle existe. Alors le fluide ne se meut qu'en vertu ...tesse acquise pendant la première période de l'é- ...ent.

...force retardatrice, quelle qu'elle soit, ne peut se

[illegible] avec celui [illegible]
[illegible] dont le mouvement [illegible]
Partition de la [illegible]
[illegible] vers la [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] changement [illegible]
[illegible] dire, il [illegible]
[illegible] Il n'est pas [illegible]
[illegible]
[illegible] constamment [illegible]
[illegible], la force [illegible]
[illegible] changement [illegible]
[illegible] n'est pas [illegible]
[illegible]
[illegible] la [illegible]
[illegible] quelque [illegible]
[illegible]
[illegible] égal [illegible]

[illegible]
[illegible]

vaillent également. On applique à la figure 15, dans laquelle les deux côtés, CA et CB, du triangle, ne sont pas égaux, exactement le même raisonnement qu'à la figure 14, seulement la compression supportée par la pièce AC est plus forte que celle que supporte la pièce CB.

198. Il est facile, d'après le raisonnement que nous venons d'appliquer aux figures 14 et 15, de se rendre compte de l'effet des poids qui agissent sur le système de charpente de la figure 16; le poids P, appliqué en C, produit une compression sur les pièces AC et CC'. La première se décompose au pont A, ainsi que nous l'avons déjà dit, de manière à produire une extension sur la pièce AA'. Si nous supposons maintenant un poids égal appliqué au point C' et la pièce C' A' disposée de la même manière que CA, le poids P' produira sur les pièces C'A' et C'C des compressions égales à celles de P sur CA et CC'. Alors la pièce AA' résistera aux deux extensions et la pièce CC' aux deux compressions produites sur elles. On fera le même raisonnement pour les autres pièces, et l'on verra que toutes sont comprimées, à l'exception de AA' qui résiste à l'extension. D'après ce que nous avons dit sur la force de résistance des bois, il sera facile de calculer les dimensions à leur donner.

Dans l'application on met des moises verticales à chacun des points CC', afin d'assurer les assemblages et empêcher les changemens de forme que les poids accidentels, passant successivement sur chacun des points, tendent à produire.

Un système de charpente comme celui de la figure [illegible] n'exerce pas de poussée latérale contre les piles ou culées qui les supportent. Elle se trouve détruite par la résistance de la pièce horizontale AA', mais il [illegible] plus de même si l'on supprimait cette pièce [illegible] alors que chaque pile ou culée fût capable d'[illegible] latérale égale à celle de l'extension que [illegible]

Pour empêcher les pièces inclinées [illegible] moise les unes aux autres; ou bien [illegible] quelquefois le système, en [illegible] les contre-fiches, pour en former, [illegible] la travée, un arbalétrier fig. 17. Ainsi [illegible] fiches résistent mieux que quand elles [illegible]

Quand on a arrêté la fo
les relie entre elles par d
brassent les verticales des
tablier sur le cintre. Les
espacées à plus de cinq
ches le mouvement des v
seule action du vent produ
qui fatiguent beaucoup les
vient cet effet en mettant en
pièces diagonales qui form
gulaires. Le dessin de la
gures 19, 20, 21, 22 et 23
place des contrevents de la
verticales pour rendre le ta
solidaires.

202. La figure 19 fait v
dont nous n'avons pas enco
madriers placés dans un pl
courbe voulue et assujettis l
et des boulons en fer. Les m
cours sont mis bout à bout
ce que les joints d'un cour
pleines des cours latéraux.

rence des hauteurs dues aux vitesses moyennes à la fin et au commencement de la longueur considérée. Si l'on désigne par v_1 et v_0 la vitesse moyenne à l'extrémité et à l'origine de la longueur s, on sait que la hauteur h_1 due à v_1, est égale à $0{,}051\ v_1^2$, de même $h_0 = 0{,}051\ v_0$.

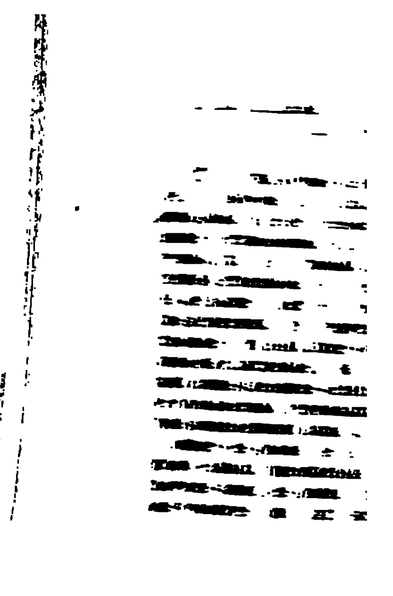
Nous avons donc finalement :

$$(B)\ ps = \frac{c}{s}\left(av + bv^2 \right) s + h_1 - h_0 = \frac{V}{R} s + h_1 - h_0$$

en faisant pour plus de simplité $\frac{s}{c} = R$ et $av + bv^2 = V$

Si, au lieu d'un mouvement accéléré, on avait un mouvement retardé, la différence $h_1 - h_0$ deviendrait négative, ce qui doit être, puisque, dans ce cas, la pente superficielle diminue. Pour le mouvement uniforme elle deviendrait égale à zéro.

Remarquons maintenant que pour parvenir à la formule (B) nous avons supposé que la pente du fluide était uniforme ou suivant un plan incliné sur toute la longueur s, et que la section s était constante et avait une valeur, non pas moyenne, mais intermédiaire entre les deux extrêmes ; cela n'est pas exact : la section peut changer d'un point à un autre, alors la pente change aussi et les filets du milieu de la surface fluide affectent une certaine courbure dans le sens vertical. On commettrait donc une erreur, en plus ou en moins, si l'on appliquait la formule (B) à la détermination de la pente absolue sur une grande longueur ; mais, vù la faible courbure, dans le sens vertical, des filets superficiels de la masse fluide, on peut, sans erreur sensible dans la pratique, l'appliquer aux petites longueurs.



[illegible]

manière dont on doit supposer
pièces d'une construction en ch
les formules données au § 71, dé
à adopter, ou bien, ces dimensi
vance, calculer le poids dont on
avec sécurité.

Pour les bois, on remplace, d
nombre R donné par la table du
de la valeur portée à cette table, q
le poids que l'on peut faire suppo
pièces de dimensions données, sou
versale. Comme application des f
dérons une poutre rectangulaire d
culons le poids dont on peut la ch
vant la manière dont elle est soute

Dans toutes les formules qui s
longueur de la pièce, quand elle
une extrémité; et $2l$ l'intervalle d
p est la charge uniforme par unit
qui peut n'être que le poids seul d
sant pour le chêne le poids du mèt
ment à 900 k $= c$, ou $a\,p = abc$
a est la largeur de la pièce; b s
core a représente la dimension de
et b la dimension de la face paral

moyenne = V.	Hauteur due à V.	Valeur de [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
39	0.0985	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
40	0.0999	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.41	0.1015	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.42	0 1029	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.43	9.1040	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.44	0.1058	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.45	8.1072	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.46	0.1085	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.47	0.1100	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
.48	0.1120	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
49	0.1133	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
50	0.1147	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
51	0.1160	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
52	0.1180	[illegible]	[illegible]		
53	0.1193	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
54	0.1205	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
55	0.1225	[illegible]	[illegible]		
56	0.1242	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
57	0.1258	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
58	0.1272	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
59	0.1290	[illegible]	[illegible]		
60	8.1305	[illegible]	[illegible]		
61	0.1320	[illegible]	[illegible]		
62	0.1338	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

Vitesse moyenne=V.	Hauteur due à V.	Valeur de $av+bv^2$.	Vitesse moyenne =V.	Hauteur due à V.	Valeur de
1.78	0.178	0,0013237	2.12	0.229	0.001
1.88	0.180	0.0013375	2.13	0.231	0.001
1.89	0.182	0.0013516	2.14	0,234	0.001
1.90	0.184	0.0013657	2.15	0.236	0.001
1.91	0.186	0.0013798	2.16	0·238	0.001
1.92	0.188	0.0013941	2.17	0.240	0.001
1 93	0.190	0.0014084	2.18	0.243	0.001
1.94	0.192	0.0014228	2.19	0.245	0.001
1.95	0.194	0.0014373	2.20	0.247	0.001
1.96	0.196	0.0014519	2.21	4.250	0.001
1.97	0.198	0.0014664	2.22	0.252	0.00
1.98	0.200	0.0014811	2.23	0.254	0.00
1.99	0.202	0.0014959	2.24	0.256	0.00
2 00	0.204	0.0015007	2.25	0·258	0.00
2.01	0.206	0.0015257	2 26	0.260	0.00
2.02	0.208	0.0015405	2.27	0.262	0.00
2 03	0.210	0.0015556	2.28	0.265	0.00
2.04	0.212	0.0015707	2.29	0.267	0.00
2.05	0.214	0.0015859	2.30	0.270	0.00
2.06	0.216	0.0016012	2.31	0.272	0.00
2.07	0.218	0 0016165	2.32	0.276	0.00
2.08	0 220	0.0016320	2.33	0.278	0.00
2.09	0.223	0.0016474	2.34	0.280	0.00
2.10	0.225	0.0016630	2.35	0.282	0.00
	0 227	0.0016786	2.36	0.284	0.00

$$(7) \qquad 2\,p\,l' = \frac{400\,000\ ab^2\ l}{2\,l^2 - ll'}$$

213. La poutre étant encastrée à une extrémité et posée sur un appui à l'autre, le poids 2 P que l'on peut placer en un point situé à la distance z de l'encastrement, (*fig.* 25) est donné par légalité

$$(8) \quad 2\,P = \frac{8\,R'\ ab^2\ l}{6\,z\,(z^2 - 6\,lz + 8\,l^2)} = \frac{800\,000.ab^2\ l^2}{z\,(z^2 - 6lz + 8l^2)}$$

quand $z = l$, c'est-à-dire quand le poids 2 P est placé au milieu

$$(9) \qquad 2\,P = \frac{800.000.\ ab^2}{3\,l}$$

et la pression sur le support, à l'extrémité non encastrée est égale à

$$\frac{5}{8}\,P$$

214. Si la pièce est encastrée aux deux extrémités (*fig* 26) le poids que l'on peut placer au milieu est

$$(10) \qquad 2\,P = \frac{4R'\ ab^2}{6\,l} = \frac{400.000\ ab^2}{l}$$

nous avons déjà fait remarquer que l'encastrement doublait la résistance.

215. La poutre reposant sur trois points d'appui également espacés, (*fig.* 25 *bis*), on peut placer avec sécurité à chaque point milieu entre les appuis, des poids 2 P , 2 P' dont la somme est donné par l'égalité :

$$(11) \quad 2\,P + 2\,P' = \frac{8\,R'\ ab^2}{9\,l} = \frac{1600\,000\ ab^2}{3\,l}$$

Si les poids sont égaux. le poids à placer dans chaque intervalle est de [illegible] égalité :

Vitesse moyenne = V.	Hauteur due à V.	Valeur de $av+bv^2$.	Vitesse moyenne = V.	Hauteur due à V.	Valeur
2.87	0.420	0 0030806			
2.88	0.423	0.0031018			
2.89	0.426	0.0031232			
2.90	0.429	0.0031446			
2 91	0 432	0.0031661			
2.92	0.435	0.0031876			
2.93	0.438	0.0032092			
2 94	0.441	0.0032309			
2.95	0.444	0 0032527			
2.96	0.447	0 0032745			
2 97	0.450	0 0032965			
2 98	0.453	0 0033185			
2.90	0.456	0.0033405			
3.00	0.459	0.0033627			

116. Supposons que les profils en travers A, B, C, D, E aient été pris sur un ruisseau débitant quatre mètres cubes d'eau par seconde et que l'on veuille connaître la pente superficielle du courant ; nous calculerons successivement les aires s, les périmètres mouillés c, de chaque section et la vitesse moyenne v, la table du § 115 nous fera connaître la quantité $av+bv^2 = V$ de même que les hauteurs h_0, h_1

$$\left\{\begin{array}{l} c = 8,14 \\ s = 4,34 \\ v = 0,92 \end{array}\right. \quad \frac{8,14}{4,34} \times 0,000332 = 0,000620 \ldots h_0 = 0,0431$$

$$\left\{\begin{array}{l} c = 9,47 \\ s = 5,52 \\ v = 0,72 \end{array}\right. \quad \frac{9,47}{5,52} \times 0,000207 = 0,000357 \ldots h_1 = 0,0265$$

$$\left\{\begin{array}{l} c = 7,88 \\ s = 5,14 \\ v = 0,78 \end{array}\right. \quad \frac{7,88}{5,14} \times 0,000241 = 0,000370 \ldots h_2 = 0,0310$$

$$\left\{\begin{array}{l} c = 8,41 \\ s = 5,36 \\ v = 0,75 \end{array}\right. \quad \frac{8,41}{5,36} \times 0,000224 = 0,000351 \ldots h_3 = 0,0287$$

$$\left\{\begin{array}{l} c = 8,67 \\ s = 6,18 \\ v = 0,65 \end{array}\right. \quad \frac{8,67}{6,18} \times 0,000170 = 0,000230 \ldots h_4 = 0,0215$$

Ces calculs établis, si nous voulons connaître la pente du courant de A en B nous porterons les chiffres ci-dessus dans la formule (B), mais pour plus d'exactitude nous prendrons une moyenne arithmétique entre les quantités

$\frac{c_0}{s_0} V_0$ et $\frac{c_1}{s_1} V_1$, cette pente nous sera donc donnée par la formule :

[illegible]

$$[illegible]$$

[illegible]

$$[illegible]$$

[illegible]

[illegible]

pour déterminer le poids P, il faudra prendre la plus petite valeur de P pour celle qui peut être supportée avec sécurité. l représente la longueur de la pièce considérée.

Si au lieu de buter les points A et B, on met une traverse horizontale à une certaine hauteur, (fig. [illegible]), on fera le calcul des parties C E, C D comme ci-dessus. la traverse E F supportera une tension longitudinale égale $\frac{1}{2}$ P *tang. p*; et les parties inférieures A E, B D, seront dans le même cas que si elles étaient encastrées en E et D et sollicitées à fléchir par la force verticale $\frac{1}{2}$ P appliquée en A et B et agissant de bas en haut. L'expression 15 sera donc applicable et l'on aura:

$$(20) \qquad \frac{1}{2} P = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

l désigne la longueur A E ou B D.

Si, en outre de la traverse E D, on mettait une [illegible] la pression horizontale serait supportée par l'une ou l'autre de ces pièces, mais un point de plus des pièces A C, B D se trouvant rendu fixe, leur résistance serait augmentée, si leur longueur pouvait permettre [illegible] ainsi elle serait quadruplée, si le point I était au milieu de A C; elle serait augmentée dans le rapport de [illegible] s'il était au tiers etc.

222. Un poids P suspendu au milieu d'une pièce horizontale reposant sur deux supports inclinés [illegible] produit dans la direction des supports, qui pour [illegible] libre doivent se trouver dans le même plan et [illegible] la verticale des angles p égaux, une pression [illegible] nale égale à

$$(21) \qquad \frac{P}{2 \cos p}$$

et la force qui tend à produire le glissement [illegible] A et A' est:

[redacted]

Cette résistance de la contre-fiche équivaut à une force horizontale représentée par :

$$P\frac{l+l'}{c}$$

et à une force verticale agissant de bas en haut, représentée par :

$$(29) \qquad P\frac{l+l'}{c\,\mathrm{tang.}\,\varphi}$$

la force (28) comprime donc la contre-fiche ; tandis que la partie AA' se trouve seulement comprimée par le poids P diminué de la quantité représentée par (29), ou par la force

$$(30) \qquad P\left(1-\frac{l+l'}{c\,\mathrm{tang.}\,\varphi}\right)$$

Quand la verticale, passant par le point d'attache du poids, tombe en dehors du point I', alors tout le système est sollicité à tourner autour de ce point. Dans ce cas, la contre-fiche est encore comprimée par une force égale à (28), mais la portion AA', est soumise à l'extension d'une force verticale égale à

$$(31) \qquad P\left(\frac{l+l'}{c\,\mathrm{tang.}\,\varphi}-1\right)$$

et pour que ce système ... le point A' soit fixe.

Le système représenté ... d'une pièce horizontale, portant ... tillon, et reposant par ... fixes. Elle est en outre consolidée ... assemblées avec elle, et appuyées par leur ... férieure contre les points fixes en ...

Le poids P produit une pression ... du support. il tend à faire plier la pièce ... même temps qu'il comprime les contre-fiches ... vant avoir, dans ce cas, qu'une limite ... quelle le poids qui produirait la rupture, ...



DES TRAVAUX.

Résultats obtenus par divers Auteurs.

— de palplanches de niveau avec des sciés à la main

Un charpentier

Un manœuvre

Démolition et rangement

Un manœuvre

2.22

INDICATION DES TRAVAUX.

vitesse moyenne, lorsqu'on connaît la
e. Plusieurs auteurs se sont occupés de la
ations entre la vitesse à la surface, la
t la vitesse moyenne dans un courant où
ection sont constantes. M. de Prony a
suivante entre la vitesse moyenne v et la
face, au milieu du courant.

$$=\frac{V(V+2,37157)}{V+3,1532};$$

$= 2v - V$ entre les trois vitesses ci-des-
t la vitesse au fond du lit.

on a d'après cette formule :

$$v = 0,8\ V$$
$$W = 0,6\ V$$

viter le calcul de la première de ces for-
ant la table suivante.

c'est-à-
uniforn
milieu

241

le pe
éloi
est d

o
n
f

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Assemblage par panneaux d'un mètre de madriers de 0.25 sur 0.8 avec traverses espacées de 2 mèt., y compris pose et échevillage ;		
Un charpentier	13.13	
Démolition et rangement ;		
Un charpentier	5.50	
Un manœuvre.	7.50	
Pose et clouage d'un mètre carré de plat-bords ; un charpentier . .	0.48	
Démolition et rangement ;		
Un charpentier et un manœuvre .	0.24	
Pose d'un mètre de plat-bords sur un échafaud ; un charpentier . .	0.02	
Un manœuvre.	0.08	
Démolition : un charpentier . . .	0.02	
Un manœuvre.	0.08	

DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBS
gement d'un mètre		
ntier		
re		
e d'entret. .	[illegible]	

131. *TABLEAU de la vitesse de quelques Fleuves et Rivières.*

NOMS.	AUX EAUX.	Largeur moyenne	Profondeur moyenne	PENTE.	Vitesse moyenne	VOLUME d'eau en 1″.
Rhin. . . .	Ordinaires . .	514	3.63	0.000 115	0.91	1673
	Hautes . . .	521	4.93	0.000 115	1.31	3395
Weser . . .	Ordinaires . .	105	1.98	0.000 411	1.58	328
	Hautes . . .	144	4.12	0.000 550	2.41	1428
Elbe à Magde-	Ordinaires . .	96	2.64	0.000 254	1.15	294
	Hautes	96	4.07	0.000 363	1.63	639

che voisine, l'une de ces dernières devait tenu
lée. Il faut en outre, pour que cette forme so
convenablement, que les naissances soient a
hautes eaux, sinon les reins apporteraient un gr
à l'écoulement. A cause de la poussée latérale
les voûtes en arc de cercle, et, par conséq
pression que supportent les voussoirs, il fau
riaux très-résistans pour cette espèce de voût

136. On ne peut rien dire que de très-g
choix que l'on doit faire entre les trois forn
venons de décrire, les circonstances locales
presque toujours. Sous le rapport du goût, l
nières, paraissent flatter davantage, elles sont
et plus élégantes, la première, avec une appa
grande solidité, paraît d'un style plus grave.

137. Quand on n'a à construire qu'un pon
arche, la grandeur en est toujours déterminé
constances locales; c'est la question du débo
au contraire, le pont doit se composer
arches, alors on peut les faire plus ou mo
on sera fixé à cet égard par les considération
Si toutes les arches sont égales, le pont es
et l'on ne peut se débarrasser des eaux pl
pratiquant des gargouilles dans les têtes, ou
tures verticales dans les voûtes, et de ce
l'humidité occasionne toujours des dégradat
maçonnerie. Dans le même cas, les abords
ordinairement très élevés, et l'on se trou
faire des remblais plus considérables et
davantage les constructions qui se trouvent
Les avantages inhérens à cette égalité sont q
des deux premières voûtes peuvent servir à
tion de toutes les autres.

Quand les diamètres des arches sont inéga
une pente qui facilite l'écoulement des eaux
hauteur des levées. On ne doit jamais donne
d'un pont une inclinaison de plus de deux cen

138. Dans la construction des arches, on d
sez l'intrados de la voûte pour que, dans l
corps flottans puissent trouver un passage fa

m de hauteur, au-dessus des grandes eaux est d'en-
a un mètre.

39. La largeur que l'on donne aux ponts dépend du
té de fréquentation du point de la route où ils sont
struits, toutefois le minimum que l'on puisse fixer
re les parapets est d'environ quatre à cinq mètres; lors-
ils ont six à sept mètres, deux voitures peuvent passer
à fois, ainsi que des gens de pied. Il y a peu de circon-
nces où la largeur d'un pont doive dépasser 20 mètres.
Pont-Neuf, à Paris, n'a pas beaucoup plus entre les
apets.

140. Le tracé des arches en plein cintre et en arc de
cle, n'offre aucune difficulté Les premières sont entiè-
ment déterminées lorsqu'on a fixé leur ouverture, puis-
e cette forme est un demi-cercle dont cette ouverture
le diamètre, leur naissance est ordinairement située à
hauteur des fondations ou à celle des basses eaux. Il
rare que l'on puisse établir une voûte en plein cintre
des pieds-droits. Dans les deuxièmes, le rayon de l'arc
cercle se détermine par la condition de placer les
issances à la hauteur des grandes eaux et de ne pas
ver le sommet de la voûte, au-dessus d'un certain
nt dépendant des localités. Si, en satisfaisant à ces
ux conditions, l'arc se trouve trop surbaissé, alors on
t renoncer à cette forme.

141. Les arches en anse de panier offrent plus de diffi-
ltés dans leur tracé. Les seules choses que l'on se donne
r décrire ces courbes sont les deux diamètres, le grand
ppelle ouverture, la moitié du petit prend le nom de
ntée ou de flèche; or, il est possible de décrire une
nité de courbes sur deux diamètres donnés, en rem-
ssant les seules conditions que l'on s'impose dans les
es de panier, savoir que la tangente au sommet soit
izontale, et les tangentes aux naissances, verticales.
La courbe qui résout d'abord le problème est l'éllipse;
is on objecte que la courbure changeant d'un point à
tre il faut un panneau différent pour chaque voussoir,
illeurs elle laisse moins de débouché aux grandes eaux
e les anses de panier proprement dites. Ces courbes
t composées d'un certain nombre d'arcs de cercle; de

Deuxième Méthode.

143. On peut décrire encore une courbe à trois centres, en joignant les extrémités A et D des deux rayons, *fig* 4, retranchant de A D, une largeur E D égale à leur différence, et élevant sur le milieu F, de A E, une perpendiculaire qui coupe les rayons ou leur prolongement en deux points G et H, qui sont les centres cherchés.

On est conduit à cette construction, en exprimant analytiquement que les rayons des arcs diffèrent le moins possible entre eux. La formule qui, dans ce cas, donnerait, par le calcul, la distance des centres G et I au point C, serait :

$$C\,G = \frac{(a - b)\,b}{a + b - \sqrt{a^2 + b^2}}$$

a et b représentant A C et C D. Lorsque l'arc est surbaissé au tiers, on a

$$C\,G = 0{,}48\,a \text{ environ.}$$

Le point G étant déterminé, il ne reste plus qu'à faire en G un angle C G H égal à l'angle C D A, pour obtenir le centre H.

DES ANSES DE PANIER A CINQ CENTRES.

144. Pour décrire une anse de panier à cinq centres, on fixe arbitrairement les rayons des arcs des naissances et du sommet (*fig.* 5), A 1 et D F, puis on cherche une moyenne proportionnelle entre les deux rayons r et R, de sorte que $R' = \sqrt{R\,r}$; du point 1, avec un rayon égal à $R' - r$, on décrit un arc de cercle ; du point F, avec un rayon $R - R'$, on décrit aussi un arc de cercle : leur point d'intersection donne le 3.e centre.

Il est extrêmement rare que l'arche soit assez surbaissée pour que l'on ait besoin d'employer plus de cinq arcs de cercle dans la composition de l'anse de panier, aussi ne parlerons-nous pas des méthodes applicables aux courbes

-struit d'après la méthode indiquée ci-dessus. On ... que la 1.re hélice de l'extrados, celle qui pa... ...t de la naissance, a son origine dans la même ... droite que la 1.re hélice de l'intrados. c'est-à ... les deux hélices ont leur origine, celle de l'in... en C, celle de l'extrados en P; C P représen... l'épaisseur de la voûte. La longueur C M du pas ... de l'intrados devant être égale à la longueur P ... de l'hélice de l'extrados, et S O étant d'ailleur... ...gueur égale à la demi-circonférence S T U. P ... le développement de l'hélice extradossale, ain... ...l'a déjà démontré, *fig.* 2; cette ligne P Q donn... ...rection des joints continus sur l'extrados : La lon... ...C P ou M R est égale à l'épaisseur de la voût... ...la largeur de la surface spirale. Divisons main... ... la distance C D comme elle a été divisée dan... ...gure 5, menons *ad*, *be*, *c f*, D g perpendi... ...laires à C D, et *dl*, *ck*, *fi*, *gk* parallèles à P Q. ce... ...nières lignes seront le développement des joints con... ...des assises qui viennent couper la ligne de naissan... ...W. Faisons ensuite l'autre côté O N du développemen... ...tement égal et semblable à L W, reportons sur O ... la longueur W g = Oh, menons la parallèle *h n* à P ... distance *nn'* prise sur O L, étant divisée en ... nombre de parties égales que C F dans la figure 5, ... tire des points de division des parallèles à P Q, ces ligne... représenteront le développement des joints de l'extrados.

Il est maintenant utile d'obtenir l'élévation de la tête ... la voûte, résultante de la manière dont nous venons ... déterminer les surfaces des joints des voussoirs, ce... élévation présente la même apparence qu'une demi-... filets plans coupée sous l'angle A C B.

Traçons la demi-ellipse A D B, *fig* 7, dont la moitié du petit axe est égale au rayon du cercle, et le grand axe A B égal à l'oblique A C, *fig.* 5, traçons de même l... demi-ellipse E F G dont la moitié du petit axe sera F ... = C D + D F, D F est l'épaisseur de la voûte à la clef, et le grand axe E G sera égal à l'oblique ... *fig.* 6.

Transportons maintenant les intervalles *Ca*, *ab*, *bc*, *cd*.... des joints sur le développement de l'intrados, *fig.* 5, en *Ba*, *ab*, *bc*, *cd*, *de*, *eD*...., sur la demi-ellip...

ırter les piles. Ces considérations doivent
. les circonstances, dans le choix de la for-
e ou circulaire. On doit les élever jusqu'à
s crues ou des débacles. Quelquefois, ils
à la hauteur du parapet, qui s'infléchit sui-
ur, et forme ainsi des lieux d'abri pour les
ıefois ils sont surmontés de statues.
ıoins d'inconvénients à terminer les piles
val qu'en amont, ; cependant cette disposi-
ıit quelques inconvénients qu'on évite en
ant aux arrière-becs la même forme qu'aux
elquefois il tend à se produire en aval de la
ilonnements que les arrière-becs en arc de
ent. C'est une cause du moins de destruc-
ar les tournoiements d'eau sont fort à re-
ıroches des constructions hydrauliques.
ui suivent sont extraites du cours de cons-
anzin elles ont été ainsi disposées par M.
les donnent les épaisseurs à la clef et des
ı peut adopter dans un projet. Elles sup-
reins des voûtes sont remplis jusqu'au ni-
dos de la clef et qu'on met par dessus un
empierrement de $0^m,40$ d'épaisseur.

celle de l'aut
e ou à la haut

(*a*) L'auteur pr
mités de la règle
l'extrados et l'intr
dossale, les arcs é
rencontre les ligne
bien du point où l
irait rencontrer EI
la tangente de la d.

Ainsi, en nous re
l'intervalle *l* entre l
signons par *a* l'arc
menant par le point
perpendiculaire *d* en

Cc, nous aurons $\frac{d}{e}=$

54. *TABLE donnant l'épaisseur des voûtes à la clef es piles et culées dans les ponts et ponceaux en anse anier surbaissés en tiers.*

de l'arche.	Epaisseur à la clef.	Epaisseur des culées, la hauteur des piédroits étant						
		1.m	2.m	3.m	4.m	5.m	6.m	8.m
1	0.38	0.65	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
2	0.43	0.90	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.35
3	0.50	1.10	1.35	1.45	1.50	1.60	1.65	1.70
4	0.56	1.35	1.65	1.80	1.90	1.95	2.00	2.10
5	0.61	1.55	1.85	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40
6	0.66	1.65	1.95	2.15	2.30	2.45	2.55	2.70
7	0.70	1.75	2.05	2.35	2.50	2.65	2.75	3.00
8	0.74	1.85	2.25	2.50	2.70	2.85	3.00	3.30
9	0.79	1.95	2.40	2.70	2.90	3.15	3.25	3.50
0	0.84	2.10	2.50	2.80	3.05	3.20	3.40	3.70
2	0.95	2.30	2.80	3.15	3.40	3.65	3.80	4.00
5	1.10	2.60	3.15	3.50	3.90	4.10	4.30	4.60
)	1.35	3.20	3.80	4.20	4.50	4.80	5.00	5.30
)	1.85	4.40	5.00	5.40	5.70	6.10	6.40	6.70
)	2.35	5.50	6.20	6.60	6.90	7.50	7.80	8.10
)	2.85	6.70	7.40	7.80	8.25	8.80	9.20	9.60



sur l'intrados parallèlement ...
au même, avec la ...
... Mais le joint a c, ...
...e égale à l'angle ...
...séquent tirons la ligne ...
e l'angle k e m soit ...
abaissons la perpendiculaire ...
era en un point p et ...
...oint q. Tirez parallèlement ...
Avec la distance ...
z l'arc f r, coupant ...
rayon et du centre ...
... q r du centre q ...
...n u. Par les points ...
sera l'angle que la ...
joint de tête ...
...ngle correspondant ...
... la ligne n e m ...
..., il faut tenir ...
...é dont la tangente ...
...ur du voussoir, ...
...uit.

...posons que l'on ...
du gabarit ...
...elle pour une ...
B dans la fig. ...
...idal de l'...
e à l'imp...
...pement A...
...ans la larg...
...eporté ...
...récisément ...

Soit ...

E: ...

A' ...

...ec un ...
... C comme ...
indéfini A...
... β, ...
... A ...

...ns
rx et u
un arc
sera cel
soir à au
toujours
à chaqu
beuveau q
Nous fe
grand non
a plusieurs
il n'est pa
communes,
équivalentes
beaucoup pl
Il faut fai
le développe
que l'indique
Soit A *ab*
l'angle d'obli
veuille tracer
données obten
Divisons l'a
égales, et son
de parties. Soi

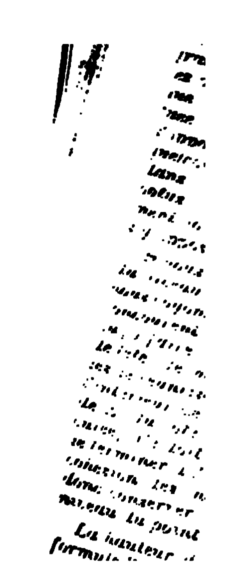


CATION DES TRAVAUX.
Résultats obtenus
par divers Auteurs.

s crainte, et encore faut-il qu'il soit d'une nature
:, ainsi, on ne pourrait fonder sans danger sur
roches calcaires tendres et qui sont décompo-
'eau, sur les granites schisteux ou feuilletés, sur
proprement dits. Mais, dans les derniers cas mê-
nd offre cependant une qualité dont il faut user,
aux inconvénients qui y sont inhérens; ces ro-
: capables de supporter la charge de l'édifice,
résistent point à l'action corrosive des eaux, on
d contre cette action en recouvrant tout l'empla-
e la construction d'un radier ou pavage général.
her en apparence très-résistant, tant à la charge
ouillemens, peut cependant offrir un danger d'une
ure; il peut n'avoir qu'une faible épaisseur, et
ur des couches compressibles, de sorte qu'il se-
ptible de rompre sous la charge et de compro-
:difice. On doit s'assurer de son épaisseur en le
et, si l'on craint le danger que nous venons de
le charger d'un poids superieur à celui qu'il doit

(

ASQU'ON a acquis la conviction que l'on peut fonder
her avec sécurité et qu'il ne se trouve pas à plus
m au-dessous du niveau des basses eaux, on en-
pace destiné à la fondation d'un batardeau com-
eux enceintes de pieux et palplanches, dans l'in-
esquelles on drague le gravier et la vase qui peu-
ouver, et où l'on met ensuite de la terre franche
ise. On doit éviter, dans le massif de terre, les
insversales, destinées à maintenir l'écartement
, d'une enceinte à l'autre.
ise ensuite dans l'emplacement de la fondaiion
le rocher de niveau, ou par gradins opposés
sée, et on établit la maçonnerie.
: le rocher est de plus de deux mètres au-dessous
des basses eaux, on a à redouter de ne pouvoir
à découvert au moyen des épuisements; car on
pérer que des batardeaux d'une grande hauteur
'n étanches, d'ailleurs la dépense qu'ils occa-
est considérable. On renonce alors à cette ma-
iblir les fondations. On forme une caisse sans
utôt une espèce de tronc de pyramide renversé,
ces ont environ 1/6 d'inclinaison, avec des ar-



de la portion correspondante de l'intrados. [illegible]. 28, est égale à A C fig. 27), l'angle C A C' que les joints continus de l'intrados font avec

$$\sin.\tau = -[illegible] \pm [illegible] = 0,[illegible]$$
$$\tau = [illegible]$$

$$\sin.\tau = -1,[illegible] \pm 1,[illegible] = 0,[illegible]$$
$$\tau = [illegible]$$

$$\sin.\tau = -0,[illegible] \pm 1,[illegible] = 0,[illegible]$$
$$\tau = 26.^{\circ}\ [illegible]$$

$$\sin.\tau = -0,[illegible] \pm 0,[illegible] = 0,[illegible]$$
$$\tau = 25.^{\circ}\ [illegible]$$

$$\sin.\tau = -0,01126 \pm 0,56197 = 0,[illegible]$$
$$\tau = [illegible]$$

$$\sin.\tau = +0,12017 \pm 0,38454 = 0,50471$$
$$\tau = 30.^{\circ}\ 19'$$

$$40' \sin.\tau = \pm 0,21043 + 0,21043 = 0,42086$$
$$\tau = 24.^{\circ}\ 54'$$

$$30' \sin.\tau = 0,24965 \pm 0$$
$$\tau = 14.^{\circ}\ 29'$$

on donne comme on voit deux valeurs pour sin. τ. ant le signe + du radical on a la valeur de τ nd à la question. Pour $\theta = 23^{\circ}\ 30'$, on n'a plus ule valeur pour sinus τ, le radical s'annulle; si θ plus petit encore le radical devient imaginaire. considère le signe — on voit que les valeurs de nt plus grandes que l'unité jusqu'à $\theta = 40^{\circ}.\ 30'$ ou jusqu'à ce que l'excentricité soit égale au s valeurs sont comme imaginaires, elles annon- impossibilité; mais pour des valeurs de θ plus e 40.° 30', on a une valeur de sin. τ négative spond à un angle compté au-dessous du plan des es. Pour $\theta = 25.^{\circ}\ 40'$ cet angle devient nul, et rait croire qu'il répond à la question posée, il ien, c'est toujours la plus grande valeur de sin. τ t considérer dans ce cas, comme dans ceux où

[redacted]

culée, on adapte des bords d'une h
calfate le tout et on amène cette es
placement même de la construction
la maçonnerie, et tout s'enfonce à
devient plus considérable, jusqu'à
forme porte sur les pieux ; on élèv
jusqu'au dessus des basses eaux, p
pour servir à une autre fondation.

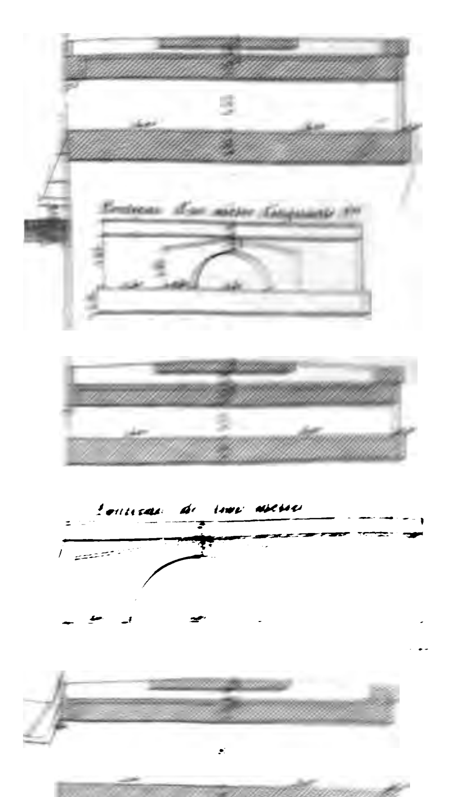
Dans cette méthode, comme d
doit draguer le terrain entre les pie
çonnerie de béton ou d'enrochemen

163. En descendant les premières
possible, soit par épuisement, soit
on cherche à donner plus de soli
Mais si l'on remarque que toute
truction sur pilotis dépend unique
du terrain sur lequel posent les pie
que le plus ou moins de profonde
descendre les premières assises,
qu'on lui donne. Aussi abandonne-
premières méthodes pour la troisièm
cer un grillage sur la tête des pieu
quarante centimètres au-dessous d
dont les intervalles sont remplis d
sement du grillage. On pose sur le
dont l'épaisseur doit s'élever au-
eaux. Dans cette méthode, on garn
ou culée de pieux ou palplanches j
en dedans ; ils maintiennent le bé
jusqu'à la hauteur du grillage.

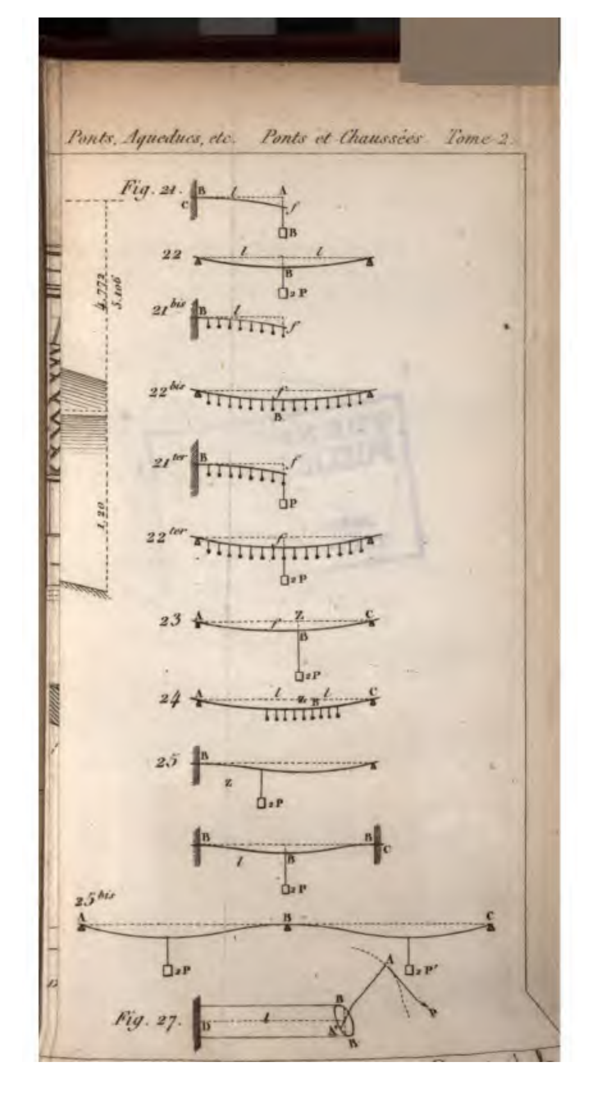
FONDATIONS PAR ENCAISSEMENT ET

164. Cette méthode consiste à ba
geur de la rivière, au moins deu
planches, l'une en amont, l'autre
ment du pont. On drague ensuite su
deur, entre les deux files de palpla
un radier général sur lequel repose

Lorsque le terrain a peu de con
l'augmenter sensiblement, en y en






Fig. 21.
22
21 bis
22 bis
21 ter
22 ter
23
24
25
25 bis
Fig. 27.
4,772
5,106
1,20



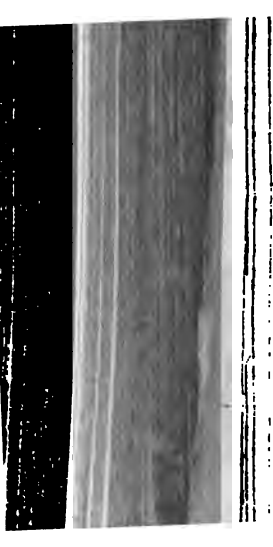
abondantes, on doit essayer de les éteindre ou tout au moins d'en diminuer les produits. Les moyens employés consistent à introduire dans l'orifice d'où l'eau s'échappe, de la terre argileuse sèche, qui se gonfle dans le trou par l'humidité, ou un mélange de chaux vive et de mortier; lorsqu'on ne réussit point de cette manière, on peut renfermer la source dans un petit batardeau, et laisser le niveau des eaux s'y élever jusqu'à ce que l'écoulement n'ait plus lieu, ou jusqu'à ce qu'on puisse la faire déverser en dehors des fondations.

Lorsque les eaux à épuiser proviennent d'une grande quantité de petites filtrations, qui se font jour sur tous les points de la superficie des fondations, il peut y avoir avantage à faire un batardeau de fond. On drague et on régale à la profondeur convenable, puis on verse une couche de terre franche ou argileuse de trente à quarante centimètres d'épaisseur, que l'on recouvre et maintient par un plancher en bois, composé de panneaux jointifs que l'on assujétit au fond de l'eau en les chargeant de pierres.

On peut remplacer quelquefois le batardeau, que nous venons de décrire, par une couche de béton à laquelle on laisse le temps de faire prise, elle doit avoir au moins soixante à soixante-dix centimètres d'épaisseur. Une précaution commune à toutes les espèces de batardeaux, est que la couche de terre ne soit pas traversée par des pièces de bois, le long desquelles les filtrations ne tarderaient pas à se manifester.

Si, malgré toutes les précautions que l'on a dû prendre dans la construction d'un batardeau, l'eau parvient à se faire un passage au-dessous ou au travers, ce qu'on nomme un *renard*, on remédie à cet accident, soit en enlevant, à cet endroit, la terre argileuse et la remplaçant par d'autre pilonnée avec le plus grand soin, soit en faisant un contre-batardeau adossé au premier, en dedans ou en dehors de l'enceinte.

Les batardeaux, servant ordinairement de chemins de service, on ne doit pas hésiter à leur donner un peu plus d'épaisseur que celle rigoureusement nécessaire pour soutenir le poids de l'eau; on n'augmente la dépense que de peu de chose, car les pilots et les palplanches sont ce qu'il y a de plus coûteux dans leur construction.





le produit est nul.	tours par heure.	LONG	DIAM	avec l'horizon.	par heure.	ELEVATION.
58 ½	6000	5.20	0.27	50	5.14	3.65
				45	10.28	3.38
				40	17.14	3.03
				35	22.28	2.73
				30	25.12	2.27
61°	5400	4.85	0.32	55	2.57	4.44
				50	8.74	4.14
				45	15.42	3.84
				40	25.68	3.41
				35	34.96	2.98
				30	40.10	2.60

Degrés auxquels le produit est nul.	Nombre de tours par heure.	Longueur.	Diamètre.	Degrés d'inclinaison avec l'horizon.	Produit par heure.	Elévation.
62°	4800	6.50	0.38	55	2.06	4.95
				50	3.17	4.60
				45	19.20	4.22
				40	38.39	3.81
				35	53.47	3.33
				30	65.85	3.92
62°	4200	7,47	0.43	55	2.40	5.76
				50	9.60	5.36
				45	25.19	4.92
				40	51.39	4.38
				[illegible]	[illegible]	[illegible]





Quelquefois on applique les hommes à la manivelle même dont se trouvent armées les vis d'archimède; alors ils emploient mal leur force, à cause de l'inclinaison de la manivelle; on obtient de meilleurs résultats, en adaptant des leviers ou balanciers que les hommes tirent ou poussent alternativement; ou bien encore des cordes que les hommes, divisés en deux groupes de chaque côté de la manivelle, tirent alternativement. Peut-être serait-il encore plus avantageux de rendre la manivelle droite au moyen d'un engrenage conique.

Des Cintres.

170. Lorsque, dans la construction d'une voûte, on a placé les premières assises, ou les premiers cours de voussoirs, on sent la nécessité de soutenir les assises suivantes, qui, posées sur des plans de plus en plus inclinés, finissent par glisser si on ne s'oppose à ce mouvement; de là la nécessité des cintres, qui sont une voûte provisoire en charpente, ayant même forme que celle en maçonnerie.

Un cintre se compose de plusieurs *fermes*; c'est-à-dire de plusieurs assemblages de charpente disposés dans des plans verticaux, arrondis extérieurement, à peu près suivant la courbe de la voûte. Les fermes sont plus ou moins espacées entr'elles, suivant la charge qu'elles ont à supporter; elles sont rendues dépendantes les unes des autres par des moises horizontales ou inclinées, qui empêchent leur déversement.

Entre l'extrados des fermes et l'intrados de la voûte, il y a une certaine distance, de 0,20, 0,30, 0,40 et même 0,50 centimètres. Ce vide est rempli par des pièces longitudinales, nommées *couchis*, reposant sur les fermes, à l'aide de cales, et supportant de la même manière les cours de voussoirs. Les cales permettent de relever plus ou moins chaque cours de couchis, et par suite le cours de voussoirs qu'il supporte.

Les cintres pour les ponceaux ou les arches d'une petite ouverture, se composent ordinairement de deux petits potelets P P (*fig.* 12), d'un entrait E, de deux arbalétriers A A, d'un poinçon P', et de courbes V V, qu'on nomme *vaux*, sur lesquelles reposent les couchis.

rine est composée de la même manière. On
rdinairement de deux mètres, de milieu en
bois, dont on les compose, ont un équarrissage
18 à 30 centimètres, suivant l'ouverture;
ière dimension on peut construire des cintres,
indiqués, pour des arches de 8 à 10 mètres
Quand elles sont plus grandes, on emploie
plus forte dimension. Alors au lieu de deux
, on en met trois, disposés comme le montre
c'est-à dire, qu'on met, d'un milieu à l'autre
iers, des pièces de bois, nommées *esseliers*,
chent de fléchir; et au droit des joints, des
ets, nommés *décharge*, qui soutiennent les
nt ainsi construire des cintres pour des arches
mètres d'ouverture, avec des bois de 32 à 35
d'équarrissage.

veut décintrer, on commence par enlever
qui se trouvent sous les reins de la voûte;
les cales par lesquelles ils s'appuient sur les
opération doit être conduite avec lenteur, et
lement des deux côtés. Lorsqu'une portion de
porte plus sur les cintres, elle se tasse. Il faut
ne le tassement se fasse lentement, car si la
pouvait prendre une vitesse appréciable, la
che s'en suivrait inévitablement. On ne doit
le décintrement que lorsqu'on est assuré que
ont déjà pris une certaine consistance.

CHAPITRE VIII.

PROJET D'UN PONTCEAU DE TROIS M D'OUVERTURE,

171. Nous terminerons les notions sommaire venons d'exposer sur la construction des ponts ceaux, en donnant le projet complet d'un p trois mètres d'ouverture, tel qu'il doit être soun probation.

Les pièces que comporte un projet de ce sont :

1.° Un rapport ou mémoire ;
2.° Les dessins ;
3.° Le devis ;
4.° Le détail estimatif.

1.° Le rapport ou mémoire indique les près lesquels l'auteur du projet s'est déter adopter le débouché proposé, la forme de l genre de fondations, la construction en pierre en briques ou en moellons, et enfin toutes les particulières au projet qu'il présente, ou néc des circonstances locales.

En ce qui concerne le débouché, on indique que l'on a pu faire d'après les méthodes pré exposées ; on rapporte les dimensions analogu vrages existans sur le même cours d'eau ; on di qui ont pu porter à les prendre égales, à les d à les augmenter ; enfin on indique la largeur n ruisseau, le niveau ordinaire des eaux, celui e de débacles.

la forme de la voûte, on est porté à itre, l'arc de cercle ou les anses de pa

re le dessus du pont peut-être élevé sans inconvé- ou qu'il y a économie à l'abaisser le plus possible, qu'on a moins de remblais à faire aux abords.

r les fondations, on indique ce que les sondages ont sur la plus ou moins grande consistance du sol sur elles porteront, sur sa nature, sur sa perméabi- d'où l'on déduit la nécessité de fonder sur pilotis; ncaissement, sur grillage, ou sur un massif de bé- le construire un radier général.

ır le genre de construction, on est guidé par le prix atériaux à employer, par leurs qualités, par leur ou moins grande résistance aux intempéries de l'at- hère.

ur les dispositions particulières, on dit ce qui les a ées : par exemple, arrive-t-on sur le ponteau par emblais élevés au-dessus du niveau général du ter- , il convient de faire des banquettes pour éviter les lens; alors les plinthes qui couronnent les ponceaux ent tenir lieu des gardes-corps, ou des bornes que est dans l'usage de mettre, en les taillant suivant le il des banquettes.

2.° Des Dessins.

72. Les dessins doivent comprendre un plan général 'ouvrage et de ses abords; une élévation du ponceau, coupe en travers et une coupe en long.

3.° Du Devis.

73. On doit généralement diviser le devis en quatre pitres portant les titres suivans :

.° Description générale;

.° Détails de construction et exécution des ouvrages;

.° Nature des matériaux;

.° Conditions.

On divise d'ailleurs chaque chapitre en autant de para- phes que l'on juge nécessaire.

177. *DEVIS des Travaux à faire pour ... tion d'un Pontceau de trois mètres d'ouv... le ruisseau de. . . . Route royale, n.° de. . . . . . . a. . . . . . .*

CHAPITRE 1.er

—

Description générale.

Le pontceau à construire sera établi d'éque... de la route : il aura trois mètres d'ouverture ; la voûte sera en anse de panier à trois centre... au tiers, c'est-à-dire que le grand axe aura ... et le petit, ou la montée, seulement un mè... gueur, d'une tête à l'autre, sera de 9,60 ; ... mètres pour la largeur de la route et quatre-... mètres pour chaque plinthe couronnant les tê...

Toute la construction reposera sur un mass... tion en maçonnerie de moellons, de cinqua... tres d'épaisseur et de un mètre quarante-cinq ... de largeur. Ce massif règnera sous les culée... murs en aîle ; à l'extrémité de ces derniers, ... sera réduite à quatre-vingt-cinq centimètres.

Le socle aura quarante centimètres de h... mètre trente centimètres d'épaisseur ; il for... sur le massif des fondations, de cinq centimè... de l'arche, et de deux centimètres du côté de...

Les pieds-droits formeront retraite de cinq ... sur le socle, du côté de l'arche seulement, ... depuis cette retraite jusqu'à la naissance du ... soixante-cinq centimètres, leur épaisseur ... vingt centimètres.

L'épaisseur de la voûte aux naissances est ... celle des pieds-droits ; à la clef, elle est de ci... timètres, non compris celle de la chape, qu... centimètres. Les voussoirs de tête, à la clef, ... neuf centimètres de hauteur.

La hauteur des culées, au-dessus du socle, ... terres, est de un mètre cinquante-cinq centim...

es par des plans inclinés de soixante centi-
accordant par une portion d'arc de cercle, et
par la chape.
ai en terre sur la chape, jusqu'au fond de
ent, au milieu de la route, est de quinze cen-

hes qui couronnent les têtes, ont quarante-
ètres de largeur et cinquante centimètres de
elles forment saillie de cinq centimètres sur le
es têtes, et, du côté de la route, elles sont
biseau, à 45° d'inclinaison afin de se raccorder
s intérieur des banquettes qui règnent aux abords
u.
pes, aux abords, ont deux centimètres d'in-
par mètre, mais le dessus du ponceau est de
r toute la longueur des plinthes.
rs en aile qui soutiennent les terres de la voûte
mètres cinquante centimètres de longueur, à
parement des têtes. Leur hauteur, dans le pa-
est de deux mètres quatre-vingt-quatre centi-
et, à l'extrémité, de quatre-vingts centimètres.
ent, comme les pieds-droits, sur un socle de
centimètres de hauteur.
seur du socle, dans le parement des têtes, est de
trente centimètres, et, à l'extrémité, de soi-
centimètres, ce qui fait une épaisseur moyenne
tre.
seur des murs en aile, dans le parement des
au-dessus du socle, est de un mètre vingt cen-
et de soixante centimètres à l'extrémité. Le pa-
xtérieur est incliné d'un dixième vers les terres.
ir est d'aplomb. Ce qui donne une épaisseur
d'environ soixante-douze centimètres.
e et les deux assises des pieds-droits, les voussoirs
les plinthes et le couronnement rampant des
aile, sont en pierres de taille.
ements vus sont en moellons essemillés et le reste
onnerie en moellons ordinaires.
rement se compose de six fermes en charpente
, d'axe en axe, de 0,90. Chaque ferme se com-
eux potelets, d'un entrait, de deux arbalétriers,
çon et de deux vaux.

CHAPITRE II

—

[illegible] ET [illegible] DES OUVRAGE[illegible]

[illegible]

mts en pierres de taille seront réjointoyés
nortier qui aura servi pour la pose. Pour
plus solidement possible, on attirera avec
fer toutes les bavures de première construc-
ra et lavera les joints ; on fichera ensuite
ortier avec des lames de fer faites exprès ;
ien avec la pointe d'une petite truelle et on
les joints ne bavent pas sur la pierre. Ils
frottés et lissés avec le ciroir, jusqu'à ce
ut-à-fait secs et noirs.

la voûte sont divisées en treize voussoirs
ntrados, alternativement carreaux et bou-
ante et soixante centimètres de longueur.
it normaux à la courbe de la douelle ; les
voussoirs, de chaque côté sont taillés de
ner crossette, c'est-à-dire qu'à une petite dis-
urbe le joint normal devient horizontal pour
ivec les assises. La longueur des voussoirs
le rang qu'ils occupent ; leur longueur ré-
oixante-cinq centimètres. Ils seront posés et
ec les précautions indiquées pour la maçon-
e de taille.

horizontaux du couronnement rampant du
nt relevés à leur extrémité, sur dix centi-
teur, perpendiculairement à la face qui se
talus des terres, la longueur moyenne des
yées est de soixante centimètres, leur épais-
ante.

seront construites en pierres de taille. Cha-
ant en former toute la largeur et l'épaisseur.
e de la maçonnerie est en moellons essemil-
parements vus, et en moellons ordinaires,

teau. Si l'on travaille pendant un temps très-sec,
être prescrit d'arroser le dessus de la maçonner
de placer une nouvelle assise.

Les parements seront faits avec les meilleurs m
sous le rapport des liaisons et du gissement ; la
queue des pierres de parement sera de quaran
mètres.

Les joints seront retournés d'équerre sur au n
centimètres, les joints ne devront jamais avoir
vingt millimètres. Les moellons seront toujours p
boutisses et non en carreaux.

Cette maçonnerie sera faite en ciment calcaire,
épaisseur de 0,50, à partir des parements vus;
sera fait en mortier de chaux et sable.

Après l'exécution de la maçonnerie, on fera les
toyements, en vidant les joints sur la profondeur
centimètres. Après les avoir curés et lavés, on
plira en mortier, que l'on enfoncera avec des pet
et que l'on refoulera et lissera à la truelle, jusqu'à
les joints soient secs et brillants.

La chape sera faite en mortier de chaux et cime
sera placée, après le décintrement, par un temps
humide, si c'est possible ; dans le cas contraire,
sera la maçonnerie, avant de la poser, puis on
tera à la truelle, jusqu'à ce qu'elle soit dure et s
çures.

Les remblais, derrière les culées, seront faits à
à mesure de l'élévation de la maçonnerie ; on le
nera fortement, et on aura soin que les remblai
toujours à la même hauteur derrèire chaque cul
au-dessus de la chape seront en terre purgée de c
et on évitera autant que possible d'endommager le
qui la compose.

Les bois pour cintres auront les équarrissages
devront offrir toute la solidité désirable ; ils sero
après le décintrement, par l'entrepreneur pour
du prix porté au détail estimatif, réduit par le ra
venant de l'adjudication.

MORTIER. — 179. La chaux sera amenée sur
au fur et à mesure de l'emploi, et proviendra dir
au four, si c'est possible ; dans le cas contraire

on la conservera de manière à éviter l'extinc-
anée.

tion de la chaux sera faite par aspersion, au rrosoirs, sur des tas d'un dixième de mètre ès sur une aire solide. Lorsqu'elle aura absorbé eau et qu'il ne se dégagera plus de vapeurs, on pour la re [illegible] et la manipuler, en y ajoutant eau jusq [illegible] u'elle soit réduite en pâte ayant nce de [illegible] ête à être mise en œuvre pour . L'ex [illegible] era toujours faite vingt-quatre ant la [illegible] ica [illegible] du mortier.

tier [illegible] fait [illegible] moyen de pilons en fonte, du cin [illegible] ogram [illegible] On emploiera une partie de in [illegible] deux p [illegible] s de sable sec ou de ciment.

n [illegible] cera par p [illegible] ner la chaux jusqu'à ce qu'elle [illegible] egré de [illegible] lesse qu'elle avait après l'ex- [illegible] y ajout [illegible] peu à peu le sable, en pilonnant [illegible] e le m [illegible] nge soit parfait. On ne devra point [illegible] pen [illegible] cette opération. On ne devra faire [illegible] qu [illegible] mortier qu'on pourra employer dans

on emploie de la chaux hydraulique, on doit méthode suivante d'extinction).

chaux hydraulique, pure, vive et en morceaux, la pelle dans un bassin imperméable; on l'y couches d'égale épaisseur, d'environ vingt à centimètres On arrose chaque couche d'une d'eau suffisante et indiquée, pour chaque espèce , par une expérience préalable. On doit avoir l'eau puisse circuler et pénétrer avec facilié dans que les fragmens de chaux vive laissent entr'eux; cence ne tarde pas à se manifester; on continue lternativement de la chaux et de l'eau; mais il se garder de brasser la matière et de la réduire ce, suivant la mauvaise coutume des maçons; t quand, par hasard, quelques pelées de chaux sec, on y dirige l'eau par des rigoles que l'on èrement dans la pâte et, de temps en temps, e un bâton pointu dans les endroits où l'on soup- e l'eau a pu manquer; si le bâton en sort enduit ux gluante, l'extinction est bonne; s'il s'en

élève au contraire une fumée farineuse, c'est une preu
que la chaux a fusé à sec ; on élargit alors le trou, on e
fait d'autres à côté et l'on y amène l'eau.

On ne doit ainsi éteindre que la quantité de chaux dont on a besoin pour une journée. Deux bassins séparés, deux capacités dans le même bassin, sont indispensable on commence à remplir l'un quand l'autre est près d'ê vidé, de manière que la chaux ait toujours vingt-quat heures pour travailler, et que tous les fragmens paress puissent se diviser.

La chaux éteinte, comme il vient d'être dit, est d très-ferme le lendemain, il faut la piocher, ou tout moins la couper avec une pelle tranchante, pour l'extra du bassin. On la jette sur une aire pavée et là on doit rendre souple à l'aide du pilon ; le rabot ne pourr jamais la lier ; mais si on la bat d'aplomb avec des m settes de fonte assujetties à des manches de bois, elle tarde pas à s'amollir et à revenir à l'état de pâte a molle pour recevoir le sable, sans addition d'eau.

Le mortier doit être fait également à l'aide de pil ou de manéges, et à couvert quand la saison est pluvie Quand on emploie du sable mouillé, on ne prend a qu'un sixième de chaux en pâte; et on ajoute en comp sation un sixième de chaux en poudre éteinte par imm sion, afin d'absorber l'eau que contient le sable. Quan au contraire, le sable est très sec et que le temps chaud, il devient quelquefois indispensable d'ajouter peu d'eau, mais avec la plus grande réserve, car il faut très-peu pour noyer le mélange.

Le mortier hydraulique doit être ferme ; aussi ne p on l'employer avec des matériaux secs et absorbans ; l qu'on en a de cette nature, il faut les mouiller sans c et les tenir dans un état permanent d'imbibition. On arroser en masse le tas même dont on les tire.

La proportion d'eau nécessaire à l'extinction ne être précisée exactement. Ce volume varie suivant qu chaux est plus ou moins vive, plus ou moins réduite poudre, par l'effet de l'extinction spontanée. Il est des où ce volume est d'environ 2/5 de celui de la chaux ; cette proportion augmente lorsque la chaux est empl sortant du four, et elle ne saurait être déterminée que l'usage. Quelques tâtonnements et le mesurage, à l

x, de la quantité d'eau absorbée, auront bientôt naître ce qu'il convient d'en employer par mètre pour obtenir une pâte de bonne consistance, propre conservée jusqu'au lendemain. Le problème con- n'en mettre ni trop ni trop peu, en la versant de abord sur la chaux et sans remuer le mélange.

CHAPITRE III.

Nature et Qualité des Matériaux.

1. Le moellon essemillé et le moellon ordinaire se- pris aux carrières de..........., à une distance de cents mètres; ils seront choisis parmi ceux prove- des bancs les plus durs. Ceux qui contiendront du n, ou parties tendres, seront rejetés.

prendra les plus gros pour les fondations et les pa- vus, ceux employés à ce dernier usage seront pro- ment essemillés.

pierre de taille proviendra des carrières de........ e distance de vingt-quatre mille mètres, ou autres qui pourront en fournir de pareille qualité, c'est-à- qui soit pleine, dure, non sujette à la gelée. On ploiera que celle qui sera bien ébousinée, sans fil oie qui la traverse ou qui paraisse à quinze centimè- près des paremens. Elle sera d'une couleur égale, veine et d'un grain fin et uni.

chaux proviendra du four de....... à une distance inze cents mètres. Elle sera faite avec les pierres les dures et les plus pesantes. Elle devra être bien vive oment de l'extinction; toute celle qui serait éventée rejetée. Après l'extinction et pendant la fabrication ortier, on rejetera toutes les pierres mal cuites et qui le sont trop et qui n'ont pu se résoudre en pâte.

sable sera pris dans les carrières de....... à une nce de six mille mètres; il proviendra des veines les pures Celui qui serait mélangé de terre sera rejeté; sera de même de celui qui sera trop fin.

ciment sera pris à........., à la distance de mille

CHAPITRE IV.

—

CONDITIONS.

482. Tous les matériaux seront soumis à l
par le directeur des travaux, avant leur empl
Indépendamment des réceptions partielle
riaux, les travaux seront soumis à deux récep
rale, savoir : une réception à laquelle il sera
y a lieu, immédiatement après le complet a
et une réception définitive qui ne pourra se
an après la réception provisoire.

Pendant le délai d'un an au moins, qui s'éc
la réception provisoire et la réception définiti
preneur sera responsable de ses ouvrages et
les entretenir en bon état.

A cet effet, il refera tous les rejointoiemen
dégradés, remplacera les pierres qui auraien
que altération, qu'elles que soient les cause
dations.

L'adjudicataire devra livrer, à l'expiration
garantie, l'ensemble des travaux exécutés

ra, à cet égard, aux dispositions qui lui seront
par le directeur des travaux, même lorsqu'il
résulter quelque surcroit de dépense.
ervera la circulation de tous accidents, soit en
barrières, soit en plaçant des lanternes et des
nuit si cette précaution était jugée nécessaire.
t l'exécution des travaux, il pourra être délivré
plés à l'entrepreneur, jusqu'à concurrence de
travaux exécutés. Les matériaux en approvision-
ux carrières ne pourront donner lieu à des
; ceux amenés sur le chantier seront calculés
quatre cinquièmes de leur valeur.
t la durée de l'adjudication, l'entrepreneur ne
loigner des travaux que pour affaires relatives à
bé, et après en avoir obtenu l'autorisation. Dans
l choisira, et fera agréer un représentant ca-
le remplacer et auquel il aura donné pouvoir
ır lui et de faire les paiements aux ouvriers, de
qu'aucune opération ne puisse être retardée ni
pour raison de l'absence de l'entrepreneur.
preneur sera soumis aux clauses et conditions
imposées aux adjudicataires des travaux de l'ad-
ion des ponts-et-chaussées.

3. ***DÉTAIL ESTIMATIF** des Travaux à faire pour la construction d'un Ponteau de trois mètres d'ouverture sur le ruisseau de....... Route royale n.°...... de...... à......*

CHAP. 1.er — MÉTRAGE DES TRAVAUX.

Déblais pour Fondations.

Sous les Culées.	Jusqu'au dessous du socle.	Longueur pour deux . .	19 20	35.62	17.76
		Largeur	2.85		
		Hauteur		0 50	
	Jusqu'au niveau de la berge.	Longueur pour deux . .	19.20	24.00	25.20
		Larg.r moyenne à cause du talus des berges. .	1.25		
		Hauteur		1 05	
Sous les Murs en aile.	Jusqu'au dessous du socle.	Longueur pour quatre .	14.00	21.70	10.85
		Largeur moyenne. . .	1.55		
		Epaisseur		0.50	
	Jusqu'au niveau de la berge.	Longueur pour	14.00	18.90	19.84
		Largeur moyenne. . .	1.35		
		Hauteur		1.05	
		Cube total de déblais.			73.65 73.65

Sous les Culées.	Longueur pour deux.	19.20 / 1.45	27.84	13.92	
	Largeur				
	Epaisseur		0.50		
Sous les Murs en aile.	Longueur pour quatre	14.00 / 1.15	16.40	8.05	
	Largeur moyenne.				
	Epaisseur		0.50		
	Cube total de la maçonnerie de fondation. . .			21.97	21.97

Socles.

Sous les Culées.	Longueur pour deux.	19.20 / 1.30	24.96	9 98	
	Largeur				
	Epaisseur		0.40		
Sous les Murs en aile.	Longueur pour quatre	14.00 / 1 00	14.00	5.60	
	Largeur moyenne				
	Epaisseur		0.40		
	Cube de la maçonnerie pour les socles. . . .			15.58	15.58

Voûtes.

Partie comprise entre les têtes ayant chacune 0.80 d'épaisseur	Longueur	8.00	43.20	80.78
	Largeur	5.40		
	Hauteur moyenne.		1.87	
Murs de Tête.	Longueur ensemble	1.50	4.54	24.82
	Hauteur	2.84		
	Largeur		5.40	
Murs en Aile.	Longueur pour quatre . . .	14.00	20.16	14.51
	Hauteur moyenne	1.44		
	Epaisseur		0.72	
				120.11

A déduire le Vide de la Voûte.

Rectangle des Pieds-droits.	Largeur	3.00	1.95
	Hauteur	0.65	
	A reporter. . . .		1.95

Cube total de la Maçonnerie au-dessus des Fondations . . . 101.32

MAÇONNERIE AU MORTIER DE CHAUX ET CIMENT.

VOUTE.

Longueur développée du socle, des pieds-droits et de la voûte	6.40 / 8.60	52.46	26.23
Longueur entre les têtes		0 50	
Epaisseur moyenne			

MURS DE TÊTE.

Largeur ensemble	10.80	34 99	
Hauteur, y compris le socle	8.60		
A déduire le vide de la voûte, et celui entre les pieds-droits et le socle, comme dessus, en y ajoutant le vide entre les socles.		4.74	
Reste pour la surface		30.25	30.25
Epaisseur ensemble		1.00	

A reporter. . . . 56.48

Report.			10.08
Voussoirs de Tête.			
Longueur développée de la courbe	4.00	2.00	2.00
Hauteur moyenne	0.50		
Epaisseur moyenne pour les deux Têtes		1.00	
Plinthes.			
Longueur ensemble.	9.50	4.25	3.40
Epaisseur.	0.50	0.80	
Largeur			
Murs en Aile. — *Socle et Pied-Droits.*			
Longueur moyenne pour les quatre	8.00	8.40	4.20
Hauteur	1.05	0.50	
Epaisseur.			
Couronnement Rampant.			
Longueur pour quatre	16.00	8.00	4.00
Largeur	0.50	0.50	
Epaisseur.			
			23.68
Cube total de la Maçonnerie en pierre de taille.			23.68

CHAPE.

Longueur.	8.00	44.00	2.20	
Largeur	5.50			
Epaisseur.		0.05		
Cube de Mortier pour la Chape.			2.20	2.20

PAREMENS VUS DE LA PIERRE DE TAILLE.

Socle et Pied-Droits sous les Culées.

Longueur ensemble	19.20	21.12
Hauteur, y compris la retraite du Socle	1.10	

VOUSSOIRS DE TÊTE.

Longueur développée de la courbe pour deux têtes.	8.00	8.00
Largeur de paremens en douelle et en tête. . .	1.00	
A reporter.		29.12

Report		
Plinthe.		
ongueur ensemble.	9.50	14.72
ourtour développé.	1.55	
Murs en Aile. — *Socle et Pied-Droits.*		
Longueur moyenne pour les quatre	8.00	8.80
Hauteur	1.10	
Couronnement.		
Longueur pour quatre	16.00	16.00
Pourtour développé.	1.00	
Surface totale de Taille.	68.64	68.64

Cintre.

Longueur . . .

2 Arbalétriers	2.20			
4 Poinçon	0.60			
2 Vaux	2.40			
TOTAL.	9.48			
Pour six semblables.	57.48			
Un faitage et deux liernes de 9.60 chacun . . .	28.80			
TOTAL.	86.28	43 80		
Epaisseur.				
Largeur	0.46	0.46	2.21	
Vingt couchis de 9.60	472.00	21.42		
Largeur	0.44	0.44	2.32	
Epaisseur.				
Cube total du Bois pour Cintres			4.53	4.53

CHAPITRE II.

—

Sous-Détails et Détails de Prix.

Art. 1.er — Sous-Détails.

N.° 1. *Sous-Détail du prix d'un mètre cube de Moëllons de. . . .*

Extraction et indemnité de carrière .	1.80	
Transport à 15,000. Une voiture attelée de trois chevaux, payée 12 fr. par jour, y compris le conducteur, fera dix voyages par jour, ce qui fera revenir le mètre cube à.	1.20	
Chargement, déchargement et emmètrage	0 40	
Prix du mètre cube de moëllons.	3.40	3

N.° 2. *Sous-Détail du prix d'un mètre cube de pierre de taille de . .*

Extraction dans la carrière et ébauchage	17.00	
Transport à 24,000 ; une voiture, comme dessus, fera deux voyages en trois jours et transportera à chaque voyage, un mètre cube, ce qui fait revenir le mètre à.	18.00	
Chargement et déchargement . . .	2.00	
Faux frais.	2.00	
Prix du mètre cube. . .	39.00	39

aux grasse vive le mètre cube.

ube de moëllons calcaires .	1.80	
1/10	0.18	
re à la cuisson	3.00	
litres et demi de charbon de .50 l'hectolitre	11.25	
du four au chantier, comme	1.20	
et établissement de four .	0.88	
Prix du mètre cube. . . .	18.31	18.31

aux grasse éteinte le mètre cube.

haux vive, y compris déchet le mètre, ci	19.78	
un demi-jour de manœuvre	0.80	
assin, etc.	0.50	
Total.	21.08	
ement est dans le rapport de e qui fera revenir le mètre pâte aux 2/3 du prix ci-des-	14.05	14.05

Un mètre cube de sable.

et indemnité de carrière, ci.	1.25
it en voiture et décharge-	0.15
à six mille mètres, une voi- ame au n.° 1, fera trois voya-	
A reporter.	1.40

Report. . . .	1.40
ges par jour, vu la facilité des chemins, et transportera 1.30, ce qui fait revenir le mètre cube à . . .	3.10
Prix du mètre cube. . .	4.50

N.° 6. *Un mètre cube de ciment.*

Un mètre cube de tessons de tuileaux coûte	8.00
Broyage, quatre journées de manœuvre à 1.50, y compris le passage au tamis, transport au chantier . . .	6.00
Transport, une voiture, comme au n.° 1, fera quinze voyages par jour, et transportera 1.30, ce qui fait par mètre cube.	0.61
Prix du mètre cube. . .	14.61

N.° 7. *Sous-Détail du prix d'un metre cube de mortier de chaux et ciment.*

0.^{m}50 de chaux grasse en pâte à 14.05, sous-détail, n.° 4, ci	7.02
1.^{m}00 da ciment, S. D., n.° 6. . .	14.61
Façon du mortier ; une journée de travail de manœuvre à 1.50	1.50
Approche des matières ; deux heures de travail de manœuvre, à 0.15 l'une .	0.30
Outils et faux frais	0.09
Prix d'un mètre cube de mortier de ciment	23.52

Sous-Détail du prix d'un mètre cube de mortier de chaux et sable.

de chaux, comme dessus . .	7.02	
e sable, sous-détail, n.° 5 . .	4.50	
du mortier, approche des matiè- t faux frais, comme dessus. .	1.89	
Prix du mètre cube. . .	13.41	13.41

Jn mètre cube de bois de chêne.

e cube de bois de chêne, rendu ace, sera payé	90.00	90.00

Art. 2. — Détails de Prix.

Détail ou prix d'un mètre cube de maçonnerie de moëllons, au mortier de chaux et ciment, pour fondations.

moëllons, y compris déchet,) le mètre cube, sous-détail, ci	3.74	
es de mortier, à 23.52, S. D.	7.76	
et façon, 1/3 de journée de , à 2.50 et de journée de gou- 1.50, ci	1.33	
is et outils	0.10	
	12.93	
ième de bénéfice à l'entrepre- eur	1.29	
lu mètre cube de maçonnerie.	14.22	14.22

N.° 2. *Détail du prix d'un mètre de maçonnerie de moëllons essemillés au mortier de chaux et ciment.*

1.10 de moëllons, y compris déchet, à 3.40 le mètre cube, S. D., n ° 1. .	3.74
0.25 de mortier de ciment, à 23.52, S. D., n ° 7, ci.	5.88
Essemillage sur le chantier. . . .	3.00
Bardage, pose, approche du mortier, comme au détail, n.° 1	1.33
Outils et frais.	0.10
	14.05
Dixième de bénéfice à l'entrepreneur.	1.41
	15.46

N.° 3. *Détail d'un mètre cube de maçonnerie de moëllons bruts pour remplissage derrière les parements, au mortier de chaux et sable.*

1 00 de moëllons, à 3 40, S. D., n.° .	3.40
0.33 de mortier, à 13.41, S. D., n.° 8.	4.43
Bardage, pose, faux frais, etc., comme au détail n.°	1.33
	9.16
Dixième de bénéfice à l'entrepreneur.	0.92
	10.08

N.° 4 *Détail du prix d'un mètre cube de maçonnerie de pierres de taille.*

1.m10 de pierre, y compris déchet, à 39.00, S. D., n.° 2, ci	42 90
A reporter. . .	42 90

Report. . . .	42.90	
ier de ciment, à 23.52, 7	2.82	
heures de travail de bar-20 l'heure, ci	2.40	
age, 1/2 jour de poseur, à 1/2 jour de contre-poseur i	3.38	
et ragréement, 3 heures leur de pierres, à 0.40	1.20	
ent, outils et faux frais. .	0.70	
	53.40	
bénéfice à l'entrepreneur. .	5.34	
aix du mètre cube. . .	58.74	58.74

l du prix d'un mètre cube chape en ciment.

assage à la truelle jusqu'à essication, une journée de 2.50, et deux journées de , à 1.50, ci	5.50	
x frais, 1/20	0.27	
	29.29	
bénéfice à l'entrepreneur.	2 93	
aix du mètre cube. . .	32.22	32.22

l du prix d'un mètre carré ille de parements vus.

1/2 de tailleur de pierres, ...	6.00	
A reporter. . . .	6.00	

Report. . . .	6.00
Outils et faux frais 1/20, ci	0.30
	6.30
Dixième de bénéfice à l'entrepreneur.	0.63
Prix du mètre carré. . .	6.93

N.° 7. *Prix d'un mètre cube de bois de chêne pour cintre*

Un mètre cube de bois, à 90, S. D, n.° 9 ; l'entrepreneur devant le reprendre pour moitié, il ne sera compté que.	45.00
Déchet 1/10	9.00
Main-d'œuvre, outils et faux frais. .	6.00
	60.00
Dixième de bénéfice à l'entrepreneur.	6.00
Prix du mètre cube. . .	66.00

N.° 8. *Détail du prix d'un mètre cube de terre, fouille pour fondations.*

Fouille et jet à la pelle, 3 h 30 de terrassier, payé 1.75 le jour, ou 0.175 l'heure, ci.	0.58
Transport à 1/2 relai	0.05
Outils et faux frais, ci	0.04
	0.67
Dixième de bénéfice à l'entrepreneur.	0.07
Prix du mètre cube. . .	0.74

CHAPITRE III.

Estimation ou application des Prix.

de déblais à 0.74 (D., n.° 8) . . .	54.50
de maçonnerie de fondations à 14.22 (D , n.° 1).	312.41
de maçonnerie de mortier de chaux et sable, à 10.08 (D., n.° 3), ci .	350.38
le maçonnerie en pierres de taille, à 58.74 (D., n.° 4), ci. . . .	1390.96
le maçonnerie de moëllons essemillés, à 15.46 (D., n.° 2), ci . . .	662.93
e maçonnerie pour chape, à 32.22 (D., n.° 5), ci.	70.88
iètres carrés de taille, à 6.93 (D., n.° 6), ci	477.06
iètres cubes de bois pour cintres, à 66 (D., n.° 7), ci.	298.98
	3618.10
à valoir pour frais imprévus, etc., ci.	381.90
TOTAL. . . .	4000.00

ésent détail estimatif, montant à la somme de iille francs, y compris une somme à valoir de nt quatre-vingt-un francs quatre-vingt-dix cen- lressé par l'ingénieur soussigné.

A. . . . . . le. . . .

CHAPITRE IX.

MODÈLES D'AQUEDUCS ET PONTCEAUX A MURS EN RETOUR.

184. Nous venons de donner un modèle de con tion de ponteau avec mur en aile ; le plus souven des routes, on emploie des murs en retour, dont la truction est plus simple et moins dispendieuse. La p représente le modèle des aqueducs et pontceaux a pour les routes stratégiques.

Comme ils peuvent être employés dans un grand bre de cas, nous allons en dire les principales d sions et indiquer, d'après M. Fourier, ingénie ponts-et-chaussées, comment on a calculé, dans les rentes circonstances de localités, le cube des m neries.

Aqueducs.

Chaque aqueduc est établi d'équerre sur l'ax route. Il a soixante centimètres d'ouverture, et soi dix centimètres de hauteur, jusqu'au-dessous des de recouvrement : sa largeur entre les têtes est d mètres. Il ne présente qu'une seule ouverture couve des dalles portées sur des culées, avec murs en re tête, et radier général. Il est entièrement en maço avec mortier de chaux et sable. Le radier règne s culées et murs en retour ; il fait empatement de d timètres en dehors, et repose sur le sol creusé en niveau dans toute sa longueur : son épaisseur est rante centimètres. Les culées s'élèvent verticaleme une retraite extérieure de dix centimètres sur le général ; elles ont soixante centimètres d'épaisseu teur est de soixante-dix centimètres du côté des

de recouvrement, dont l'épaisseur est de vingt
, ont un mètre vingt centimètres de largeur,
. ainsi de trente centimètres sur chaque culée.
is supérieurs des culées sont formés par des
:s depuis les arêtes des dalles jusqu'aux arêtes
des faces des culées du côté des terres.
en retour, qui accompagnent les culées, sont
iires à l'axe de l'aquéduc, leur longueur,
puis le nu intérieur des culées, est de un
:entimètres, leur hauteur de quatre-vingt-dix
jusqu'au dessous de la plinthe. Ils reposent,
ulées, sur le radier général, qui forme saillie
:nètres dans tous les sens.
sont couronnées par des plinthes, qui s'é-
ehors en dehors des murs en retour, et qui
qu'à l'arète de l'accotement; leur hauteur est
ntimètres et leur épaisseur de quarante-cinq
y compris une saillie de cinq centimètres sur
têtes. Cette saillie présente à son plan supé-
nclinaison de trois de base sur deux de hau-
t celle que prendront les terres en s'appuyant
urs en retour. Toutes les parties de l'aqueduc
ites en moellon ordinaire, à l'exception des

Pontceaux.

ont des berceaux en plein-cintre portés sur
vec mur en retour et radier général, entiè-
naçonnerie, avec mortier de chaux et sable.
erture varie depuis un mètre jusqu'à trois,
nte centimètres de différence. Les radiers rè-
es culées et les murs en retour, avec empa-
dix centimètres en dehors, et reposent sur le
n plan de niveau dans toute la largeur; leur
rie avec les ouvertures.
:s s'élèvent verticalement, avec une retraite
le dix centimètres, sur le radier général; leur
irie avec les ouvertures; leur hauteur, jus-
sances du berceau, peut varier suivant les lo-

:s, qui prennent naissance sur les culées, s'é-
ne tête à l'autre. Leur épaisseur à la clef est

de cinq centimètres plus grande aux têtes qu'entre têtes.

Les reins des voûtes, entre les têtes, sont termin leur partie supérieure, de chaque côté de l'axe, pa plan incliné qui part de l'extrados de la voûte et vien terminer au couronnement de la culée du côté des te Ces plans inclinés sont recouverts d'une chappe en mor de cinq centimètres d'épaisseur.

Les murs en retour, perpendiculaires aux axes pontceaux, ont des longueurs calculées de manière les remblais, auxquels ils servent de soutènement, p sent prendre des talus de trois de base sur deux de h teur. Ils reposent, comme les culées, sur les radiers néraux qui forment saillie de dix centimètres dans les sens.

Les têtes sont couronnées par des plinthes de cinqu centimètres de largeur et de trente centimètres de haut

Toutes les parties des pontceaux sont construites moellon ordinaire.

La construction de chaque pontceau nécessite un trement en charpente, composé :

1.° D'une voussure en couchis, qui prend naissance les claveaux commencent à glisser ;

2.° De plusieurs fermes espacées de 1.33 d'axe en et, formées chacune de deux potelets, d'un entrait, poinçon, de deux jambes de force et de deux vaux.

Le tableau suivant donne les dimensions des pa constituantes des pontceaux, pour les diverses ouvert et suivant leur longueur et la hauteur de leurs cul dimensions qui peuvent varier avec les localités.

186 Pour faire usage de ce tableau, on doit se peler que la longueur primitive des pontceaux entre têtes, est de huit mètres; que l'excédant de longueur l'on peut être obligé de donner, est représenté par l sorte que pour un pontceau de dix mètres, $l = 2$. présente la hauteur des culées entre le radier et la sance de la voûte. En faisant l et h égaux à zéro les mensions restantes dans le tableau ci-après se rappo à un pontceau de 8^m de longueur, dont la hauteur lées ou pied-droits est nulle, tel qu'il est repré dessins.

OUVERTURE EN PLEIN CINTRE.		DIMENSIONS DES PARTIES CONSTITUANTES. 1.	1.50	2.00	2.50	3.00	OBSERVATIONS.
Radier. Longueur.	Entre les têtes.	6.60+l	6.50+l	6.40+l	6.30+l	6.20+l	La longueur du radier est de 8.20+l, il faut retrancher de cette quantité 2 fois l'épaisseur des murs en retour ou 1.20, plus les 4 retraites du radier, de chaque côté de ces murs, ou 0.40 ce qui fait 1.60 qui représente la longueur du radier sous les murs en retour
	Sous les murs en retour.	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	
Radier. Largeur.	Entre les têtes.	2.60	3.30	4.40	4 90	5 80	Ce chiffre comprend les 2 retraites, l'épaisseur des 2 culées et l'ouverture, 0.20+1.40+100.
	Sous les murs en retour.	3.70+3h	6.10+3h	7.50+3h	8.90+3h	10.30+3h	La longueur de chaque mur en retour augmente de 3/2 h, pour une hauteur h des culées.
Radier. Epaisseur.		0.40	0.50	0.50	0.60	0.60	

OUVERTURES [E]N PLEIN CINTRE		DIMENSIONS DES PARTIES CONSTITUANTES.					OBSERVATIONS.
		1.	1.50	2.00	2.50	3.00	
CULÉES.	Longueur entre les têtes.	6.80+l	6.70+l	6.60+l	6.30+l	6.20+l	La longueur du ponceau est 8+l, il faut retrancher deux fois l'épaisseur des murs de tête.
	Epaisseur jusqu'aux naissances.	0.70	0.80	0.95	1.10	1.30	
[Ha]uteur	jusqu'aux naissances.	h	h	h	h	h	

OUVERTURES EN PLEIN CINTRE.		DIMENSIONS DES PARTIES CONSTITUANTES.					OBSERVATIONS.
		1.	1.50	2.00	2.50	3.00	
Voute.	Longueur entre les têtes.	6.80+l	6.70+l	6.60+l	6.50+l	6.40+l	
Voute. Epaisseur	Aux naissances.	0.70	0.80	0.95	1.10	1.30	
Voute. Epaisseur	A la clef.	0.30	0.25	0.60	0.45	0 50	
Murs de Têtes	Longueur .	4.50+3h	5 90+3h	7.30+3h	8.70+3h	10.10+3h	
Murs de Têtes	Hauteur sous plinthe. .	0,85+h	1.15+h	1.45+h	1.75+h	2.05+h	
Murs de Têtes	Epaisseur. .	0.60	0.65	0.70	0,75	0.80	

OUVERTURES EN PLEIN CINTRE.		DIMENSIONS DES PARTIES CONSTITUANTES.					OBSERVATIONS.
		1.	1.50	2.00	2.50	3.00	
PLINTHES.	Longueur. .	4.50+3h	5.90+3h	7.30+3h	8.70+3h	10.10+3h	Même largeur que celle des murs de tête.
	Largeur . .	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	Epaissenr .	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
[illegible]HAPE.	Longueur. .	2.40	3.40	3.90	4.70	5.60	

OUVERTURES EN PLEIN CINTRE.	1.	1.50	2.00	2.50	3.00	OBSERVATI[ONS]
Cintrement. Longueur d'un Potelet.	h	h	h	h	h	
d'un Entrait.	0.90	1.40	1.90	2.40	2.90	
d'un Poincon.	0.30	0.55	0.80	1.05	1.20	
d'une jambe de force.	0.50	0.70	1.00	1.30	1.60	
d'un Vaux.	0.50	0.60	0.90	1.20	1.50	
d'un Couchis.	$8+l$	$8+l$	$8+l$	$8+l$	$8+l$	

…VERTURES PLEIN CINTRE.	DIMENSIONS DES PARTIES CONSTITUANTES.					OBSERVATIONS.
	1.	1.50	2.00	2.50	3.00	
…INTREMENT. Équarrissage d'un Potelet.	0.14×0.14	0.14×0.15	0.15×0.15	0.15×0.16	0.16×0.16	
d'un Entrait.	id.	id.	id.	id.	id.	
d'un Poinçon.	id.	id.	id.	id.	id.	
d'une jambe de force.	id.	id.	id.	id.	id.	

Les remblais de la levée, aux abords des pontceaux, viennent s'appuyer, en s'arrondissant en quart de cône, le long des murs en retour. Ces quarts de cône et les talus à la suite, sur une certaine longueur, sont soutenus par des perrés en pierres sèches. La surface des perrés varie suivant les circonstances.

(Tout ce qui précède fait partie du devis ; viennent ensuite le mode d'exécution des maçonneries et les conditions, comme nous l'avons déjà indiqué.)

MAÇONNERIE.	MÈTRE DES AQUEDUCS.			OBSERVATIONS.
RADIER.				Pour comprendre les calculs ci-contre, il faut savoir effectuer une multiplication algébrique qui, dans le cas actuel, consiste à multiplier le coëfficient de l par le multiplicateur.
Surface. Longueur entre les têtes . .	$l+6.60$	$2l+13.20$		
Surface. Largeur . . .	2.00			
Surface. Longueur pour les deux têtes.	1.60	6.72		
Surface. Largeur . . .	4.20			
Surface totale .	. .	$2l+19.92$	Cube. $0.8l+7.97$	
Epaisseur . .	. .	0.40		
A reporter . . .			$0.8l+7.97$	

MAÇONNERIE.			MÉTRE DES AQUEDUCS.				Observations.
Culées entre les Têtes.					*Report.* . . .	0 8l+7.97	
Section faite suivant l'axe de la route.	rectangle.	largeur.	1.80	1.26	1.56		
		hauteur.	0.70				
	trapèze.	largeur moyenne	1.50	0.30			
		hauteur.	0.20				
A déduire pour le vide et pour les dalles.	surface du vide.	largeur.	0 60	0.42	0.66		
		hauteur	0 70				
	surface des dalles.	largeur.	1.20	0.24			
		hauteur.	0.20				
Longueur. . .					0,90 l+6.80 . . .	0 9l+6.12	
					A reporter. . . .	1.70l+14.09	

MAÇONNERIE.	METRE DES AQUEDUCS.				OBSERVATIONS.
TÊTES AU-DESSOUS DES PLINTHES.			*Report.* . . .	1.70*l*+14.09	
Longueur . . .	1.20	3.78			
Hauteur. . . .	0.90				
A déduire pour le vide, comme ci-dessus. .		0.42			
Reste pour la surface .		3.46		4.03	
Epaisseur pour les deux.		1.20			
PLINTHES.					
Largeur. . . .	0.45	0.09		0.72	
Hauteur. . . .	0.20				
Longueur pour deux. .			8.00		
[illegible]				1.70*l*+18.8[illegible]	

MAÇONNERIE.	MÈTRE DES AQUEDUCS.			OBSERVATIONS.
DALLES DE RECOUVREMENT.				
Longueur	$l+8.00$	$1.20 \times l+9.60$	$0.24.\,l+1.92$	
Largeur	1.20			
Epaisseur		0.20		
Cube total des Dalles de recouvrement . . .			$0.24.\,l+1.92$	

DÉTAIL ESTIMATIF des Travaux à faire pour la construction d'un Ponteau de trois [illegible] d'ouverture sur le ruisseau de...... Route royale n.°...... de...... à......

CHAP. 1.er — Métrage des Travaux.

Déblais pour Fondation.

[illegible] 49 50 [illegible] 25.62 [illegible] 1[illegible].76

[illegible]

Maçonnerie. — Radier.				
Surface.	Longueur entre les têtes	$l+6.60$	$2.60l+17.16$	
	Largeur. . . .	2.60		
	Longueur pour les deux têtes . .	1.60	$4.80h+7.52$	
	Largeur. . . .	$3h+4.70$		
			$2.60l+4.80h+24.68$	$1.04l+1.92h+9.87$
Epaisseur. . . .			0.40	
		A reporter. . .		$1.04l+1.92h+9.87$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.			UN MÈTRE.			
CULÉES ET VOUTE ENTRE LES TÊTES.				*Report.* .		$1.04l+1.92h+9.87$
Section faite suivant l'axe de la route.	Rectangle.	Largeur.	2.40	$2.40h+144$	$2.40h+1.68$	
		Hauteur.	$0.60+h$			
	Triangle.	Largeur moyenne	1.20	0.24		
		Hauteur.	0.20			
A déduire pour le vide.	Rectangle.	Largeur.	1.00	h	$h+0.39$	
		Hauteur.	h			
	demi-Cercle.	1/2 circonfé.ce	1.57	0.39		
		1/2 rayon	0.25			

DES NATURES D'OUVRAGES.			
TÊTES AU-DESSOUS DES PLINTHES.		*Report.* .	$1.40lh+2.33l+11.44h+18.64$
Longueur.	$3h+4.50$	$3h^2+7.05h$	
Hauteur	$h+0.85$	$+3.82$	
A déduire le vide comme ci-dessus.		$h+0.39$	
Reste pour la surface. . .	$3h^2+6.05h+3.43$		$3.60h^2+7.26h+4.12$
Epaisseur pour deux . . .	1.20		
	A reporter.		$3.60h^2+1.40lh+2.33l+18.70h+22.76$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	UN MÈTRE.			
PLINTHES.	*Report.* .			$3.60h^2+1.40lh+2.33l+18.70h+22.76$
Largeur	0.50	0.15		
Hauteur	0.30			
Longueur pour deux . .		$6h+9$		$0.90h+1.35$
Cube total de la Maçonnerie				$3.60h^2+1.40lh+12.33l$ $+19.60h+24.11$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	UN MÈTRE.	
CHAPE.		
Largeur	2.20	$2.20l+14.96$
Longueur.	$l+6.80$	
Surface de la chape . .		$2.20l+14.96$
Cintrement en bois.		
Le cube total des bois pour Cintres est, d'après les dimentions fixées . . .		$0.29lh+0.27h+0.13l+1.07$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	UN MÈTRE CINQUANTE CENTIMÈTRES.		
MAÇONNERIE. — RADIER.			
Surface. Longueur entre les têtes	$l+6.50$	$3.3l+21.45$	
Surface. Largeur. . . .	3.30		
Surface. Longueur pour les deux têtes . .	1.70	$5.10h+10.37$	
Surface. Largeur. . . .	$3h+6.10$		
		$3.30l+5.10h+31.82$	$1.65l+2.55h+15.91$
Epaisseur. . . .		0.50	

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	UN MÈTRE CINQUANTE CENTIMÈTRES.			
CULÉES ET VOUTE ENTRE LES TÊTES.			*Report.* .	1 65l+2.55h+15.91
Section faite suivant l'axe de la route. — Rectangle. — Largeur. / Hauteur.	3 10 / 0.85+h	3.10h+2.63	3.10h+3.02	
Section faite suivant l'axe de la route. — Triangle. — Largeur moyenne / Hauteur.	1.35 / 0.25	0.39		
A déduire pour le vide. — Rectangle. — Largeur. / Hauteur.	1.50 / h	1.50h	1.50h+0.87	
A déduire pour le vide. — Demi-Cercle. — $^1/_2$ circonfér.^{ce} / $^1/_2$ rayon	2.35 / 0.37	0.87		
Reste pour surface . .			1.C0h+2.45	1.60lh+2.45l+ 10.72h+14.40
Longueur.			l+6.70	

A reporter. . 1.60lh+13.27h+3.80l+30 31

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	UN MÈTRE CINQUANTE CENTIMÈTRES.		
TÊTES AU-DESSOUS DES PLINTHES.		*Report.* . .	$1.60lh+13.27h+3.80l+30.31$
Longueur.	$3h+5.90$	$3h^2+9.35h+6.78$	
Hauteur	$h+1.15$		
A déduire le vide comme ci-dessus		$1.50h+0.87$	
Reste pour la surface. . .		$3h^2+7.85h+5.91$	$3.90h^2+10.20h+7.68$
Epaisseur pour deux . . .		1.30	

	Report. .		$3.90h^2+1.60lh+23.47h+3.80l+37.99$
PLINTHES.			
Largeur	0.50	0.15	$0.90h+1.77$
Hauteur	0.30		
Longueur pour deux . .		$6h+11.80$	
Cube total de la maçon-nerie			$3.90h^2+1.60lh+24.37h$ $+3.80l+39.76$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	UN MÈTRE CINQUANTE CENTIMÈTRES.	
CHAPE.		
Largeur	l+0.…	3.10l+20 77
Longueur		3.10l+20.77
Surface de la Chape . .		
Cintrement en Bois.		
Le cube total des bois pour cintres est, d'après les di-		0.31lh+0 28h+0.22l+1.88

DES NATURES D'OUVRAGES.				
MAÇONNERIE. — RADIER.				
Surface.	Longueur entre les têtes . . .	$l+6.40$	$4.10l+26.24$	
	Largeur. . . .	4.10		
	Longueur pour les deux têtes . .	1.80	$5.40h+13.50$	
	Largeur. . . .	$3h+7.50$		
			$4.10l+5.40h+39.74$	$2.05l+2.70h+$[illegible]$.87$
Epaisseur			0.50	
			A reporter. .	$2.05l+2.70h+19.87$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.			DEUX MÈTRES.			
CULÉES ET VOUTE ENTRE LES TÊTES.				*Report.* .		2.05l+2.70h+19.87
Section faite suivant l'axe de la route.	Rectangle.	Largeur.	3.90	3.9h+4.29	3.9h+4.87	
		Hauteur.	1.10+h			
	Triangle.	Largeur moyenne	1.95	0.58		
		Hauteur.	0.30			
A déduire pour le vide.	Rectangle.	Largeur.	2 00	2.h	2h+1.57	
		Hauteur.	h			
	Demi-cercle.	½ circonfér.ce	3.14	1.57		
		½ rayon	0.50			
Reste pour surface . .					1.9h+3.30	1.9lh+3.30l+12.54h

TÊTES AU-DESSOUS DES PLINTHES.		*Report.* .	$1.90lh+5.35l+15.24h+41.05$
Longueur.	$3h+7.30$	$3h^2+11.65h+10.58$	
Hauteur	$h+1.45$		
A déduire le vide comme ci-dessus.		$2h+1.57$	
Reste pour la surface. . .		$3h^2+9.65h+9.01$	$4.20h^2+13.51h+12.61$
Epaisseur pour deux . . .		1.40	
		A reporter. .	$4.20h^2+5.90lh+5.35l+28.75h+54.26$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	DEUX MÈTRES.			
PLINTHES.	*Report* .			$1.20h^2+1.90lh+5.35l+28.75h+54.26$
Largeur	0.50	0.15		
Hauteur	0.30			$0.90h+2.19$
Longueur pour deux . .		$6h+14.60$		
Cube total de la Maçonnerie				$1.20h^2+1.90lh+5.35l$ $+29.65h+56.45$

DES NATURES D'OUVRAGES.	DEUX MÈTRES.	
CHAPE.		
Largeur	3.90	$3.90l+25.74$
Longueur.	$l+6.60$	
Surface de la chape . .		$3.90l+25.74$
Cintrement en bois.		
Le cube total des bois pour cintres est, d'après les dimensions fixées. . . .		$0.34lh+0.31h+0.34l+2.90$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	DEUX MÈTRES CINQUANTE CENTIMÈTRES.		
MAÇONNERIE. — RADIER.			
Surface. Longueur entre les têtes	$l+6.30$	$4.90l+30.87$	
Surface. Largeur. . . .	4.90		
Surface. Longueur pour les deux têtes . .	1.90	$5.70h+16.91$	
Surface. Largeur. . . .	$3h+8.90$		
		$4.90l+5.70h+47.78$	$2.94l+3.42h+28.67$
Epaisseur . . .		0.60	
		à reporter . .	$2.94l+3.42h+28.67$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.			Deux Mètres cinquante Centimètres.			
Culées et Voute entre les Têtes.				*Report*. .		2.94l+3.42h+28.67
Section faite suivant l'axe de la route.	Rectangle.	Largeur.	4.70	4.70h+6.34	4.70h.+7.16	
		Hauteur.	1.35+h			
	Triangle.	Largeur moyenne	2 35	0.82		
		Hauteur.	0.55			
A déduire pour le vide.	Rectangle.	Largeur.	2.30	2.50h	2.50h+2.43	
		Hauteur	h			
	Demi-cercle.	1/2 circonfér.ce	3.90	2.43		
		1/2 rayon.	0.62			
Reste pour surface. . .				2.20h+4.73		2.20lh+4.73l+14.30h +30.74
Longueur				l+6.50		
				à reporter		2.20lh+7.67l+47.72h+59.44

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	DEUX MÈTRES CINQUANTE CENTIMÈTRES.		
		Report. .	$2.20lh+7.67l+17.72h+59.41$
TÊTES AU-DESSOUS DES PLINTHES			
Longueur.	$3h+8.70$	$3h^2+13.95h+15.22$	
Hauteur	$h+1.75$		
A déduire le vide comme ci-dessus		$2.50h+2.43$	
Reste pour la surface .		$3h^2+11.45h+12.79$	$4.50h^2+17.17h+19.18$
Epaisseur.		1.50	
	à reporter. .		$4.50h^2+2.20lh+7.67l+34.89h+78.59$

DES NATURES D'OUVRAGES.				
PLINTHES.	*Report.* .			$4.58h^2+2.20lh+7.67l+34.89h+78.59$
Largeur	0.50	0.45		
Hauteur	0.30			$0.90h+2.61$
Longueur pour deux .		$6h+17.40$		
Cube total de la Maçonnerie				$4.50h^2+2.20lh+35.79h$ $+7.67l+81.20$

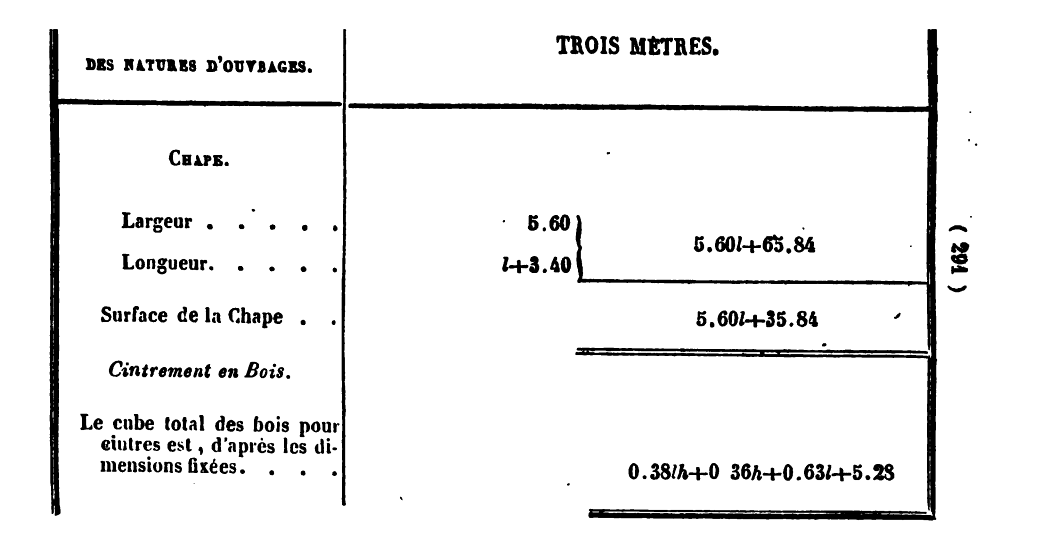
DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	DEUX MÈTRES CINQUANTE CENTIMÈTRES.	
CHAPE.		
Largeur	4.70	$4.70l+30.55$
Longueur.	$l+6.50$	
Surface de la chape. .		$4\ 70l+30.55$
Cintrement en Bois.		
Le cube total des bois pour cintres est, d'après les di-		$0.36lh+0.34h+0.48l+4.03$

DES NATURES D'OUVRAGES.	TROIS MÈTRES.		
MAÇONNERIE. — RADIER.			
Surface. Longueur entre les têtes	$l+6.20$	$5.80l+35.96$	
Surface. Largeur. . . .	5.80		
Surface. Longueur pour les deux têtes . . .	2.00	$6h+20.60$	
Surface. Largeur . . .	$3h+10.30$		
		$5.80l+6h+56.56$	$3.48l+3.60h+33.94$
Epaisseur. . . .		0.60	
		à reporter. .	$3.48l+3.60h+33.94$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.			TROIS MÈTRES.			
CULÉES ET VOUTES ENTRE LES TÊTES.					*Report.* .	$3.48l+3.60h+33.94$
Section faite suivant l'axe de la route.	Rectangle.	Largeur.	5.60	$5.6h+18.96$	$5.60h+10.08$	
		Hauteur	$1.60+h$			
	Triangle.	Largeur moyenne	2.80	1.42		
		Hauteur.	0.40			
A déduire pour le vide.	Rectangle.	Largeur.	3.00	$3.h$	$3h+3.53$	
		Hauteur.	h			
	Demi-Cercle.	½ circonfér.ce	4.71	3.53		
		½ rayon	0.75			
Reste pour surface . .					$2.60h+6.55$	$2.60lh+6.55l$

TÊTES AU-DESSOUS DES PLINTHES.		*Report* . .	$2.60lh+10.03l+20.24h+75.86$
Longueur.	$3h+10.10$	$3h^2+16.25h+20.70$	
Hauteur	$h+02.05$		
A déduire le vide comme ci-dessus		$3h+3.53$	
Reste pour la surface .		$3h^2+13.25h+17.17$	$4.80h^2+21.20h+27.47$
Epaisseur pour deux. .		1.60	
	à reporter. .		$4.80h^2+2.60lh+41.44h+10.03l+103.33$

DÉSIGNATION DES NATURES D'OUVRAGES.	TROIS MÈTRES.		
PLINTHES.	*Report.* .		$4.80h^2+2.60lh+41.44h+10.03l+103.33$
Largeur	0 50	0.15	$0\ 90h+3\ 03$
Hauteur	0 30		
Longueur pour deux .		$6h+20\ 20$	
Cube total de la Maçonnerie			$4\ 80h^2+2\ 60lh+42\ 34h+10\ 03l+106.36$



DES NATURES D'OUVRAGES.	TROIS MÈTRES.	
CHAPE.		
Largeur	5.60	$5.60l+65.84$
Longueur.	$l+3.40$	
Surface de la Chape . .		$5.60l+35.84$
Cintrement en Bois.		
Le cube total des bois pour cintres est, d'après les dimensions fixées. . . .		$0.38lh+0\ 36h+0.63l+5.28$

Ainsi que nous l'avons déjà dit, h représente l
teur des pied-droits, et l la longueur du prolon
des têtes, au-delà de huit mètres.

Ainsi pour un ponteeau de un mètre d'ouvertur
des pied-droits de cinquante centimètres, et une lo
d'une tête à l'autre, de 10 mètres, on fera h=0 50

Alors le cube total de la maçonnerie:

3.60×0.50×0.50+1.40×2×0 50+19 60×
+2.33×2+24.11 =

La surface de la chape sera :

2.20×2+14.96=

Le cube des bois pour cintrement :

0 29×2×0.50+0.2 50+0.13×2+1.07=

Si le radier n'est pas de la même maçonneri
reste, le tableau précédent en indique séparément
Si les voussoirs de tête sont en pierre de taille, on
le cube, que l'on déduit du cube total de la maç
En un mot, on peut diviser, d'une manière très f
l'aide des calculs qui précèdent, toutes les espèc
rentes de maçonneries.

CHAPITRE XI.

DU PRIX DES OUVRAGES.

187. Il est de la plus grande importance, pour les constructeurs, de bien connaître le prix des ouvrages qu'ils doivent faire exécuter. Le peu de confiance qu'inspirent quelques uns, tient moins quelquefois au manque de talent qu'aux erreurs de leurs évaluations. L'administration et les particuliers ont besoin de connaître d'avance l'importance des dépenses auxquelles ils s'engagent. Suivant l'évaluation, ils se décident à donner suite à leurs projets ou à les abandonner. D'autres considérations encore font, pour ainsi dire, un devoir au constructeur de s'appliquer à acquérir cette partie importante des nombreuses connaissances qu'il doit posséder : les entrepreneurs s'en rapportent le plus souvent au détail estimatif de l'auteur du projet ; si les prix sont trop élevés le propriétaire est réellement lésé et l'adjudicataire fait, à son détriment, un bénéfice illicite ; si, au contraire, ils sont trop bas, l'entrepreneur est constitué en perte, et, dans les deux cas, le constructeur est moralement responsable des dommages que cause son ignorance, soit au propriétaire, soit à l'entrepreneur.

On conçoit d'avance combien doit varier le prix des ouvrages suivant les localités et la nature des matériaux que l'on emploie ; aussi serait-il impossible de formuler quelque chose de général sur ce sujet si on ne rapportait tous les prix à une même unité, c'est-à-dire au prix de la journée de travail de l'ouvrier. Cette unité n'est nullement arbitraire, car si l'on réfléchit à ce qui compose la valeur d'un objet quelconque, on verra que c'est le travail que cet objet a coûté. Cependant, comme une foule d'ouvriers concourent souvent à la production d'un objet

Aussi nous distinguerons, dans l'évaluatio
ouvrages, trois éléments principaux :

1.° Le prix de la journée des différens a
emploie ;
2.° Le temps employé par les agents, d
d'œuvre des travaux ;
3.° Enfin le prix des matières brutes.

Le prix de la journée des ouvriers, dont
lie aux plus hautes considérations d'écono
et qui doit, dans tous les cas, équivaloir au
des choses indispensables à la vie, est to
entre l'ouvrier et le chef de l'industrie ; il
prix moyen pour chaque espèce d'ouvrier
localité, que l'on peut adopter.

Le prix de la journée des agents, autres
se règle de la même manière.

Le temps employé par les agents, dans la
des travaux, s'obtient par l'expérience et
nombreuses variations, suivant les matéria
du reste c'est le seul élément susceptible

Il en est du prix des matières brutes com
la journée d'ouvriers : il varie avec les loc
fait qui, dans la transformation de la matiè
regardé comme à peu près constant, est l
à-dire les réductions de volume ou de poids

sur ce calcul, dans la première partie de ce ma-
t conçoit d'ailleurs que les résultats ne sont rigou-
nt vrais que pour les matières sur lesquelles les
ces ont été faites ; ainsi, par exemple, le temps
à la taille de pierre varie avec la nature de cette
il varie encore avec le plus ou moins d'aptitude
iers, suivant les différents pays. Il est vrai qu'il
nt être juste de ne pas prendre en considération
r élément et de ne considérer que le temps em-
r un bon ouvrier qui a plus de valeur que celui
vais. S'il est équitable de donner aux ouvriers un
l qu'ils puissent vivre, il est raisonnable aussi
le et l'aptitude soient récompensés.

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers auteurs.				OBSERVATIONS.
Dragage d'un mètre cube de sable ou vase	h 6.00				
Id. de sable à la profondeur moyenne de 1.50		h 10.00			
Dragage d'un mètre de graviers, pierre, glaise, à la profondeur moyenne de trois mètres			h 3.50 (1)		(1) Dragage à 5 hottes. 4 hommes se relevant toutes les deux heures, le nombre d'heures appartient à tout l'atelier.
Dragage d'un mètre de sable, à 2 et 3 mètres de profondeur moyenne, avec la drague à hotte servie par 5 manœuvres			1.00		
Mètre carré de revêtement en gazon, extraction	1.30	0.69	0.50	1.18	
Id. approche et emploi	1.30	1.45			

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers auteurs.	OBSERVATIONS.
Maçonnerie.		
Un mètre cube de pierre de taille ou libages transportés sur un binard, manœuvré par un chef bardeur et six manœuvres :		
Chargement et déchargement.	1.80	
Transport à 100 et retour . .	0.19	
Un mètre cube de pierre de taille, transporté au binard, attelé de 2 chevaux, avec un charretier, un bardeur et trois manœuvres :		
Chargement et déchargement .	1.35	
Parcours de 100 et retour . .	0.10	
Levage de 1.m de pierre de taille, à la chèvre, 1 brayeur et 4 manœuvres :		
Brayage et débrayage.	1.33	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Temps pour monter à la hauteur moyenne de cinq mètres . . .	1.33	
Levage de 1 m de pierre de taille par huit bardeurs :		
Brayage et débrayage . . .	2 17 1.50	
Montage à 10.m	0.54	
Un mètre carré de repiquement de rocher schisteux, pour établissement des travaux d'art, un tailleur de pierre.	5.00	

Un mètre cube de moellon granitique propre à être piqué ; un carrier et un manœuvre		20.00	
Id. de pierre de taille de bas appareil en granit, extraction et ébauchage; un carrier et un manœuvre . .		25.00	Déchet 1/8.
Id. de pierre de taille granitique de haut appareil :			
Extraction ; deux tailleurs de pierre et un manœuvre		20.00	
Ebauchage ; un tailleur de pierre			
Un mètre cube de pierre de taille, de haut et de bas appareil ; charge et décharge à pied-d'œuvre :			
Charge. 8 manœuvres. . .		2.00	
Décharge 3 id		2.00	
Extinction de 1.m de chaux hydraulique	10.00		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Extinction de chaux vive, y compris le service de l'eau	8.00	Dans le prix du mortier on doit faire attention au déchet qu'éprouve la chaux dans l'extinction, à raison des morceaux mal cuits.
Le service de l'eau seul	3.00	
Un mètre cube d'argile crue en poudre, pour la composition des mortiers :		
Concassage et passage à la claie ; un manœuvre	3.33	
Un mètre cube d'argile cuite pour fabrication de mortier hydraulique :		Combustion, 100 fagots de genêt.
Concassage et passage à la claie de l'argile crue ; un manœuvre. .	3.33	
Charge et transport près du four ; un manœuvre	3.00	

Fabrication de un mètre de mortier de chaux grasse.	10.00	14.50		Le déchet qu'éprouve le mortier, dans son emploi, est environ $\frac{1}{20}$ du volume.
Un mètre cube de mortier fabriqué au manége :				
Un cheval attelé au manége . . .		2.00		
Quatre manœuvres pour conduite, dosage et bardage, étalage sur une aire et pilonnage de ce mortier après qu'il a repris de la consistance ; un manœuvre		3.33		
Fabrication de un mètre de mortier de chaux hydraulique	15.00			Y compris l'extinction de la chaux, la fabrication du mortier et le mélange.
Id. id. de béton		16.00		
Emploi sous l'eau d'un mètre cube de moellons pour enrochement .	1.00	0.40	0.80	
Façon de un mètre de maçonnerie de moellons posés à sec ; un maçon et son goujat	5.00	4.00		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Un mètre cube de maçonnerie en pierres sèches :		
Façon.	7.50	
Service et bardage	10.00	
Un mètre carré de paremens de murs en pierres sèches; un maçon . .	5.00	
Un mètre cube de maçonnerie en pierres sèches; façon, un maçon et un manœuvre.	5.00	
Plus value pour façon de paremens; un maçon	3.33	
Un mètre carré de rejointoiement sur pierre de taille ou moellons piqués de fort appareil :		
Un maçon.	3.00	
Un manœuvre.	0.30	

	par divers Auteurs.				
Façon de un mètre de maçonnerie de moellons, avec mortier de chaux et sable; un maçon et son goujat.	6.00	5.60	4 50	5.50	
Façon de un mètre de maçonnerie de moellons, avec sujétion et échafauds	6.50				
Façon de un mètre de maçonnerie de moellons, hourdée en plâtre; un maçon et son goujat.	4.50			7.50	En y comprenant le gachage du plâtre.
Façon de un mètre de maçonnerie en pierre meulière, avec mortier, un maçon et son goujat . . .	7.00	7.50			
Façon d'un mètre carré de parement de meulière à sec, avec sujétion; un maçon	0 80	0.50			
Façon d'un mètre carré de parement de moellons hourdé et rejointoyé; un maçon	1.00	1.00			

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Façon d'un mètre carré de parement de moellon hourdé pour les voûtes; un maçon	1.50	Le déchet du moellon dans l'emploi est d'environ un dixième.
Façon d'un mètre carré de maçonnerie de parement de moellon essemillé ; essemillage et rejointoiements, parties droites ; un maçon :	9.00	Le mortier qui entre dans un mètre cube de maçonnerie de moellon peut être évalué de 20 à 40 centièmes.
Pour les voûtes et parties circulaires; un maçon	10 00	
Façon d'un mètre carré de parement de moellons; les moellons taillés à la pointe :		Le mortier qui entre dans les rejointoiements peut être évalué de 0.01 à 0.02 par mètre carré de parement.
Un maçon ; murs droits. . . .	11 00	
Un mètre cube de maçonnerie de moellons piqués :		
Façon : un maçon	5.00	

	par divers Auteurs.			
Un mètre cube de maçonnerie de moellons piqués :				Appareil moyen.
Façon ; un maçon		5.00		0.25 de mortier.
Bardage et service ; un manœuvre .		8.00		
Un mètre cube de maçonnerie en moellons essemillés ou en moellons de blocage ; un maçon. . . .				0.25 de mortier.
Service et bardage ; un manœuvre .				
Façon d'un mètre carré de parement de moellons ; voûtes et parties circulaires.	12.00			
Façon d'un mètre cube de maçonnerie de libages à sec; un poseur deux contre-poseurs et un manœuvre ,	2.00			On nomme libages des pierres brutes de fortes dimensions, trop fortes pour être appelés moellons et trop irrégulières pour être classées parmi les pierres de taille. Le déchet varie entre 1/5 et 1/20.
Id. avec mortier de chaux et sable .	2.50	1.80	2.81	
Façon d'un mètre cube de maçonnerie de libages, avec mortier de chaux et sable; un maçon et son goujat .	9.46			

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.		OBSERVATIONS.
Façon de un mètre de maçonnerie de pierre de taille de roche pour parement de murs, voûtes, marches, parapets, etc., pose et fichage, quelque soit l'appareil; un poseur, deux contre-poseurs, un manœuvre. .	4.00	3.70	
Un mètre cube de maçon.e de pierre de taille: pose et contre-pose; un maçon		45.00	
Bardage; un manœuvre. . .		35.00	0.40 cubes de mortier.
Façon de 1m de maçonnerie de pierre de taille pour bornes isolées, auges, etc.; un maçon et son goujat. .	40.84		
Id. de pierre de taille pour caniveaux, gargouilles, dalles, etc.; un maçon et un goujat	24.32		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Id. de pierre de taille pour murs droits, un poseur, un contre-poseur, un manœuvre, deux goujats	3.38	
Id, de pierre de taille pour voûtes, fûts de colonne, même atelier que dessus.	6.75	
Id. de pierre de taille pour arêtes des voûtes en arc de cloître, même atelier.	10.43	
Façon de un mètre de maçonnerie de pierre de taille ; un poseur, deux contre-poseurs et un manœuvre :		
Pour la pose	3.00	
Pour le fichage	2.00	
Façon d'un mètre carré de maçonnerie de pierre de taille, pour dallages verticaux de 0,06 d'épaisseur, même atelier	1.30	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Façon d'un mètre carré de maçonnerie de parement de pierre de taille, pour pose seulement; même atelier. Queue de 0.90 à 1,00. . . .	5.00	
80 à 90. . . .	4.50	
70 à 80. . . .	4.00	Le temps indiqué pour la taille comprend non seulement l'exécution de la surface mais encore l'abattage de la pierre.
60 à 70. . . .	3.50	
50 à 60. . . .	3,00	
Un mètre carré de sciage de pierre de roche; deux scieurs. . . .	4.75	
Façon d'un mètre carré de taille de pierre de Saillancourt, taille pi-		Si l'abattage a pour objet l'exécution de quelques

Un mètre carré de taille layée et unie, sans sciage	14.50	15.19		15 00
Id. de taille pour marbre de Stinkal, ciselé au poinçon et proprement .			21.01	
Id. de taille de joints, grossierement piqué.			5.28	
Id. de taille de granit, taillé à la pointe.				27.50
Id. de taille rustique de granit . .			28.00	
Id. Id. de roche de Paris.			9.00	
Id. Id. de Vergelet . . .			3.50	
Un mètre carré de parement vu de pierre de taille en granit :				
Un tailleur de pierre . . .		30.00		
Id. de moellons piqués de granit :				
Un tailleur de pierre . . .		22.25		
Id. de moellons essemillés de schiste:				
Un tailleur de pierre . . .		7.50		

On peut regarder le granit et le vergelet tendre comme les pierres les plus dures et les plus tendres qui soient employées dans la construction, de sorte que la taille des autres est comprise entre ces limites.

Le temps nécessaire pour la taille des parements droits étant connu, la main-d'œuvre des parements courbes peut, d'après Gauthey, s'estimer par la formule suivante :

$$T' = \frac{T}{r}(r + 0.75)$$

dans laquelle

$T =$ le temps de la taille du parement droit.

$r =$ le rayon de courbure du parement courbe.

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Façon d'un mètre carré de maçonnerie de parement de pierre de taille, pour pose seulement; même atelier. Queue de 0.90 à 1,00. . .	5.00	
80 à 90. . .	4.50	
70 à 80. . .	4.00	Le temps indiqué pour la
60 à 70. . .	3.50	taille comprend non seulement l'exécution de la
50 à 60. . .	3.00	
Un mètre carré de sciage de pierre de roche; deux scieurs. . . .	4.75	surface mais encore l'abattage de la pierre.
Façon d'un mètre carré de taille de pierre de Saillancourt, taille piquée, rustiquée entre ciselures; un tailleur de pierre	7.73 7.50	Si l'abattage a pour objet l'exécution de quelques parties rampantes ou d'angles aigus ou obtus, il faut

Un mètre carré de taille layée et unie, sans sciage	14.50	15.19		15 00
Id. de taille pour marbre de Stinkal, ciselé au poinçon et proprement .			21.01	
Id. de taille de joints, grossierement piqué.			5.28	
Id. de taille de granit, taillé à la pointe.				27.50
Id. de taille rustique de granit . .			28.00	
Id. Id. de roche de Paris.			9.00	
Id. Id. de Vergelet . . .			3.50	
Un mètre carré de parement vu de pierre de taille en granit :				
Un tailleur de pierre . . .		30.00		
Id. de moellons piqués de granit :				
Un tailleur de pierre . . .		22.25		
Id. de moellons essemillés de schiste:				
Un tailleur de pierre . . .		7.50		

On peut regarder le granit et le vergelet tendre comme les pierres les plus dures et les plus tendres qui soient employées dans la construction, de sorte que la taille des autres est comprise entre ces limites.

Le temps nécessaire pour la taille des parements droits étant connu, la main-d'œuvre des parements courbes peut, d'après Gauthey, s'estimer par la formule suivante :

$$T' = \frac{T\,(r+0.75)}{r}$$

dans laquelle

T= le temps de la taille du parement droit.

r= le rayon de courbure du parement courbe.

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Un mètre carré de moellons équarris de schiste; un tailleur de pierres	3 00	1 pointe de marteaux.
Un mètre carré de taille très-soignée en granit, pour chardonnets, heurtoires, bases et paremens courbes: un tailleur de pierres . . . . (Plus 50 pointes de marteaux à 0,05 ou 2.50).	80.00	
Un mètre carré de taille à la grosse pointe, en pierre de granit: un tail-		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.		OBSERVATIONS
Un mètre carré de moellons épincés de grand épinçage ; un tailleur de pierres	2.50		
Id. de parements vus, en moellons épincés, de schiste ou grès ; un tailleur de pierres	1.70		
Un mètre carré de piquage de moellons schisteux ; Un tailleur de pierres. . .	7.50		
Id. Id. de moellons granitiques; Un tailleur de pierres. . .	20.00	25.00	
Id. de parement de pierre de taille, de bas appareil, en granit ; Un tailleur de pierres . .	25.00		Les parties arrondies, moitié en sus.
Id. Id. de haut appareil ; Un tailleur de pierres. . .	30.00	35.00	Les parties arrondies, 1/3 en sus.
Id. de parement vu, de moellons piqués de granit	25.00		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Un mètre carré de parement vu de pierre de taille de bas appareil, en schiste	30 00	Les parties arrondies, moitié en sus.
Un mètre carré de taille de parement droits layés ;		1/2 taille pour les paremens rustiques seulement.
Liais fin de Paris	13.68	1/2 taille pour taille des lits bien faits.
Roche de Saillancourt. . . .	11.84	
Pierre franche de l'abbaye du Val	8 42	1/3 de taille pour joints et lits de claveaux et voussoirs.
Vergelet dur.	5,27	
Vergelet tendre.	3,94	1/2 taille pour joints à 2 ciselures, formant parpaing.
Moitié en sus pour taille circulaire layée des intrados, etc, y compris ébauche et taille préparatoire.		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Pierre franche de l'abbaye du Val.	2.96	
Vergelet dur	1.97	
Vergelet tendre.	1.05	
Un mètre cube de refouillement sur le chantier entre plusieurs parties conservées, comme évidement de soupirail; dans une assise de retraite :		Lorsque la section du refouillement est au-dessous de 0.0025 mètre carré, on compte pour un mètre cube de pierre refouillée 100 fois le temps nécessaire pour un mètre carré de parement rustiqué.
Liais fin de Paris	189.61	
Roches de Saillancourt . . .	160.44	
Pierre franche de l'abbaye du Val.	117.00	Lorsque la section du vide est comprise entre 0.0025 et 0.01 on emploie 50 fois le même temps; lorsqu'elle est au-dessus, on compte 20 fois.
Vergelet dur.	66.00	
Vergelet tendre.	44.00	
Un mètre courant de refouillement dans la pierre de taille de granit, pour les chardonnets, les enclaves, les heurtoirs, les buscs et les rainures d'une écluse ;		
Un tailleur de pierres. . .	40.00	16 pointes.

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Un mètre courant de refouillement dans la même pierre, à la rencontre des bajoyers avec le radier ; Un tailleur de pierres. . .	45.00	
Refouillement dans la pierre de taille de bas appareil ; un mètre cube ; Un tailleur de pierres,	450.00	6 pointes.
Un mètre cube de refouillement dans la pierre de taille granitique de haut appareil	350.00 420.00	
Un mètre cube de refouillement dans la pierre de taille de bas appareil		40 pointes.

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
pour incrustement de carreaux de 0m50 en carré ;		Si le refouillement est exécuté sur le tas, on doit compter 1/10 en sus du temps ci-dessus indiqué, en outre on doit, dans tous les cas, compter la taille des parements intérieurs. On compte ordin.t pour la taille des joints les 4/5 du temps de celle du parement et pour la taille des lits les 3/10. Le déchet pour la taille varie du 10e au 1/4. Le mortier qui entre dans 1m cube de maçonnerie de p.re de taille varie du 10e au 20e. On compte ordinairement pour ragréément le 20e de la taille primitive.
Liais fin de Paris	255.00	
Roche de Saillanconrt. . . .	219.00	
Pierre franche de l'abbaye du Val.	175.00	
Vergelet dur.	102.00	
Vergelet tendre.	73.00	
Mètre cube de refouillement, évidement, épannelage	146.00	
Un mètre carré de chape de 0.08 d'épaisseur, avec mortier de chaux hydraulique et sable;		
Un maçon pour employer le mortier et lisser la chape. . . .	2.70	
Manœuvres pour étendre la chaux, faire le mortier et le porter . .	4.00	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Un mètre cube de mortier pour chape;		
Pour étendre et lisser ; un maçon et un manœuvre.	4.50	
Pour battre un mètre carré de chaque couche de chape. . .	1.50	
Un millier de briques ayant 0.22 de longueur, 0.11 de largeur et 0.055 d'épaisseur ;		
Confection, extraction de la terre (1.m75) et transport; 1 manœuvre.	1.00	
Pour le corroyement ; 1 corroyeur.	3.75	
Moulage ; un atelier composé de un chef briquetier et son aide ; deux mouleurs, 2 porteurs et 2 poseurs.	1.25	
Pour recouper les bavures, rabattre		

Mise au four; 2 hommes pour arranger les briques et le charbon, 4 rouleurs, un passeur, un porteur de charbons surveillés par le maître briquetier	0.63	Le déchet des briques dans l'emploi est d'environ un vingtième.
Mètre cube de maçonnerie de briques; Emploi ; 1 maçon et 1 manœuvre.		
Pour les massifs en briques hourdées.	5 00	Non compris la sujétion pour parements.
Pour les murs en élévation, exigeant échafauds	7.00	
Mètre carré de parement en briques; un maçon		On évalue le nombre de briques qui entrent dans un mètre cube, d'après leur grandeur et celle des joints. Le même calcul donne la quantité de mortier à employer.
Briques hourdées, compris le rejointoiement sans sujétion ;		
Murs droits, mortier de chaux et sable	1.20	
Voûtes ou parties circulaires . .	1.80	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Mètre cube de maçonnerie de briques, emploi avec mortier hydraulique par assises réglées ;		
Un maçon et son manœuvre.	6.66	
Mètre carré de rejointoiement ;		
Murs droits ; un maçon . .	1.00	
Pour voûtes ; un maçon . .	1.60	
Mètre carré de rejointoiement de parement de briques après exécution;		
Murs droits sans échafaud ;		
un maçon et son manœuvre.	1.25	
Avec échafaud	1 50	
Mètre courant de rejointoiement de		

Mètre courant de rejointoiement sur vieille maçonnerie de pierre de taille.	0.60	
Un mètre carré de rejointoiement sur le parement vu en pierres de taille, en moellons piqués, ou en moellons essemillés ;		
Un maçon	3 00	0m002 de mortier.
Un manœuvre.	0.40	
Un mètre carré d'enduit ou crépi pour maison :		
Un maçon et un manœuvre .	0.67	

tableau qui précède donne une idée gé
du ... écessaire pour effectuer les principaux t
qui se ... ortent à la maçonnerie. Le projet de po
a fait v ... comment, à l'aide de ces notions, on c
sait les p ... x de chaque espèce d'ouvrage, mais co
cette occa ... on, nous n'avons composé que les déta
nous étaient utiles, nous allons en donner un plus
nombre. On pourra trouver ainsi, dans toutes les ci
tances qui se présenteront, non le prix de l'ouv
exécuter, mais le cadre que l'on devra remplir
les localités.

Les détails suivans reposent sur le prix des jo
fixés comme ci-dessous.

Poseur . . . .
Contreposeur . . . .
Maçon de 1re classe . . . .
id. de 2.e classe . . . .
id. de 3.e classe . . . .
Tailleur de pierre. . . . .
Piqueur de grès au fin. . . . . .
Manœuvre . . . .
Goujat . . . .
Bardeur. . . . .
Paveur et son aide. . . . .
Couvreur et plafonneur . . . . . .
Un cheval pour manège, conducteur
compris . . . .
Voiture à un cheval, conducteur compris . . . .
id. à deux chevaux, id. . . .
id. à trois chevaux, id. . . .

Nous supposons, dans les détails suivans, les m
rendus sur le chantier; on ne peut rien dire de
sur le prix d'achat aux carrières, aux mines ou
magasins; cet élément varie dans chaque cas, il n
que d'évaluer la main-d'œuvre d'emploi.

mètre cube de dragage jusqu'à deux mètres ous de la nappe d'eau, terre végétale, tour- etc., etc.

t charge en bateau . . .	0 26	
nent sur le bord de la fouille les brouettes	0.13	
du bateau, drague et faux	0 02	
	0 41	
le bénéfice à l'entrepreneur.	0.041	
Prix du mètre cube . .	0.441	0.44

mètre cube de dragage de la même profondeur.

e la craie à l'aide d'un grapin, et charge dans les bateaux .	0 75	
nent sur le bord de la fouille les brouettes	0.220	
des bateaux, dragues et faux	0.049	
	1 019	
10.e de bénéfice . . .	0.102	
Prix du mètre cube. .	1.121	1.12

mètre cube de dragage de gétale tourbeuse, depuis 2.m 3.50 sous l'eau.

t charge dans les bateaux. .	0.390	
nent sur le bord de la fouille les brouettes	0.130	
des bateaux, dragues et faux '20	0.026	
	0.546	
10.e de bénéfice . . .	0.054	
Prix du mètre cube . .	0 600	0.60

Prix d'un mètre cube de dragage de craie, gravier, etc, à la même profondeur.

Dragage et charge dans les bateaux. .	1.430
Déchargement sur le bord de la fouille ou dans les brouettes	0.220
Outils et faux frais 1/15.	0.110
	1.760
10.ᵉ de bénéfice . . .	0.176
Prix du mètre cube . .	1.126

1.94

Prix d'un mètre cube de déblai de terre argilleuse ou tourbeuse, draguée depuis 1.65 jusqu'à 4 mètres sous l'eau avec une machine à hotte.

Une machine à draguer emploiera 4 manœuvres pour tourner la manivelle; 3 manœuvres à draguer avec des lances au-devant des élindres; un manœuvre pour faire mouvoir le tablier; 2 manœuvres pour charger dans les bateaux; en tout 9 journées à 1.50 font. 13.50

Une machine ainsi manœuvrée pourra extraire, dans une journée, 15 mètres cubes de déblai, déduction faite du temps perdu, soit pour échafauder, soit pour changer la machine de place, soit enfin pour réparer, augmenter ou diminuer la chaîne, ce qui fait revenir le mètre cube à . . 0.900

Un compagnon charpentier, payé 3.00 par jour, peut diriger et conduire deux machines à draguer, ce qui fait pour une 1.50 et pour chaque mètre cube de déblai 0.10

A reporter. . . . 1.00

Report . . .	1.00	
·inier et un manœuvre, payés ıble 4.00 par jour, transporte- à une distance moyenne de 100 :s et déchargeront les 15 mètres ;, ce qui donne pour chaque : cube.	0.27	
: bateau pour le transport . .	0.10	
ıgue neuve coûte ordinairement) francs. On suppose qu'elle être employée à l'extraction de)0 mètres cubes, ce qui fait pour de drague par mètre. . . .	0.25	
ur madriers, cordage, outils .	0.08	
	1.70	
10.ᵉ de bénéfice . . .	0.17	
Prix du mètre cube . .	1.87	1.87

*'un mètre cube de cailloux mè-
ɜ craie, dragué comme au détail
'dent.*

hine manœuvrée comme dessus raira que dix mètres cubes ; ce ait revenir chaque mètre cube à.	1 35
rnée de charpentier pour le ser-	0.15
ort à 100 mètres comme dessus chaque mètre.	0.40
e bateau, comme au détail pré- ıt	0.10
e machine ; en supposant qu'une ıe de trois mille francs ne peut r qu'à l'extraction de 9.000 mè- les frais, pour chaque mètre , reviendront à	0 33
A reporter . . .	2.33

Reporter.	2
1/20 pour madriers, cordages et faux frais.	0.
	2.
10.e de bénéfice. . . .	0.
Prix du mètre cube . . .	2.

Prix du battage d'un pilot de fondation, prenant trois mètres de fiche, dans une terre argilleuse mêlée de cailloux de craie.

Une sonnette à tir ndes, portant un mouton du poids de 250 kilogrammes, manœuvré par 18 hommes, payés 1.50 par jour, et un charpentier enrimeur, payé 3 francs, battra quatre pilots par jour, ce qui donne pour un	7
Frais de machine, échafaudage et conduite.	0
	8
Bénéfice.	0
	[illegible]

Prix du battage d'un pilot de 0.20 d'équarrissage et au dessus, prenant 3 mètres de fiche, pour former l'enceinte des batardeaux.

Une sonnette, manœuvrée comme ci-dessus, battra 6 pilots par jour, ce qui fait revenir le battage d'un pilot à	[illegible]
Faux frais 1/10	[illegible]
A reporter.	[illegible]

Report.	5.50	
Bénéfice . .	0.50	
	6.05	6.05

battage d'un mètre courant planches, prenant moyenne-mètres de fiches.

ette, manœuvrée comme pré-ient, battra quatre mètres de palplanches, ce qui fait le mètre courant à	7.50	
afaudage, de sonnette et de	1.00	
	8.50	
Bénéfice	0.85	
ix du mètre courant. .	9.35	9.35

mètre cube de béton pour fondations.

17 de chaux hydraulique à.	
34 de sable de rivière à. .	
95 de cailloux siliceux, lavés, à. . . .	
béton, transport, versement pression; trois journées de re à 1.50	4 50
emies, bateaux et cordages .	2.50

Ce prix indique les dosages en plus ou en moins iels on doit se renfermer.

NOTA. Le détail estimatif du projet de ponceau prend des modèles du prix du mètre cube de nerie en moellons bruts et essemillés, en pierre de du prix du mètre carré de taille, etc. Nous n'en duirons point ici.

Prix du mètre carré de maçonnerie de grès p sur 0.35 de queue moyenne.

Un mètre carré de grés piqués rendus sur le chantier, vaut	16.65
Piquage à la fine pointe, compris lits et joints.	9.25
0.05 à 0.08 de mortier de chaux et ciment à 24.09	1.93
Main-d'œuvre, 1/3 de journée de maçon à 2.50.	0.80
Bardage, 1/3 de journée de bardeur, à 2 francs	0.67
Ragréément, Rejointoiement et faux frais (0.85 à 0.25).	0.25
	29.55
Bénéfice. . . .	2 95
PRIX du mètre carré . . .	32.50

Prix du mètre carré de maçonnerie de boutisses de grès.

0.20 de mortier de ciment, à 24.09	4.82
25 boutisses à 2.50 l'une	62.50
Pour pose et rejointoiement, une journée de maçon.	2.50
Approche des matériaux et faux frais .	1.50
	71.32
Bénéfice . . .	7.13
	78.45

›outisse de 0.20 d'équarris-
t de 0 70 de longueur, re-
ı à 3.14

ı *mètre carré de maçonnerie en pavés de grès de 0.20 22 d'échantillon, avec mor- ciment.*

à 350 fr. le mille. . . .	6.30	
).05 de mortier de ciment, ci	1.20	
pose et rejointoiement. .	0.70	
Faux frais.	0 04	
	8.24	
Bénéfice . . .	0.02	
Prix du mètre carré.	9.06	9.06

ı *mètre cube de maçonnerie ques gressées, au bois, avec r de ciment.*

ıes à 36 fr. le mille . . .	23.76	
mortier de ciment à 17.42 .	2 18	
: des matériaux, 5 heures de	0.60	
:uvre, 3/4 de journée de ma- 2.50	1.88	
:ils et faux frais	0.10	
	28.52	
Bénéfice	2.85	
Prix du mètre cube . . .	31.37	31.37

Prix de rejointoiement d'un mètre carré de maçonnerie de briques, au mortier de ciment.

0.008 de mortier, à 24.09. . . .	0.19
Main-d'œuvre, une heure de maçon et goujat	0.40
Frais d'échafaudage . .	0.02
	0.61
Bénéfice	0.06
Prix du mètre carré . . .	0.67

Prix d'un mètre cube de maçonnerie de briques cassées, avec mortier de chaux et ciment.

Un mètre cube de briques cassées. .	6.50
0.25 de mortier à 8.00.	2.00
Approche et façon ; comme dessus. .	2.48
Outils et faux frais . . .	0.10
	11.08
Bénéfice	1.11
Prix du mètre cube . . .	12.19

Prix du mètre carré de jointoiement des paremens de maçonnerie de pierre de taille de haut appareil,

Refouillement, nétoiement et lavage des joints	0.06
Emploi du mortier de ciment et lissage soigné	0.20
Plus value pour faire les joints en creux	0.05
A reporter. . . .	0.31

Report	0.31	
Outils et faux frais.	0.02	
	0.33	
Bénéfice	0.03	
Prix du mètre carré. . .	0.36	0.36

d'un mètre carré d'enduit au rtier d'argile, chaux et bourre.

) de chaux éteinte, à 14.89, ci.	0.13	
) d'argile bien corroyée, à 2.00.	0.05	
) de bourre, à 0.40 le kilog. .	0.08	
i de maçon et goujat, à 0.325.	0.25	
	0.51	
Bénéfice	0.05	
Prix du mètre carré. . .	0.56	0.56

d'un mètre carré de pavage en s, de 0.20 sur 0.22 d'échan-n.

0 pavés, à 250 fr. le mille, ci.	4.50	
le sable, à 2.65, ci	0.53	
d'œuvre, outils et faux frais. .	0.35	
	5.38	
Bénéfice	0.54	
Prix du mètre carré. . .	5.92	5.92

d'un mètre carré de relevé à bout.

s neufs à fournir à 250 f. le mille	0.50	
A reporter . . .	0.50	

Report.	0.50
0.15 de sable, à 2 65	0.40
Façon, y compris démontage de l'ancienne chaussée et repiochage du vieux sable, ci	0 50
	1.40
Bénéfice	0.14
Prix du mètre carré . . .	1.54

Prix d'un mètre carré de carrelage en briques posées à plat.

40 briques de choix, à 18 fr. le mille.	0.72
0.03 de mortier, à 11.31, ci . . .	0.34
Main-d'œuvre 1.h50 de maçon à 0.25	0.37
Approche et faux frais	0.26
	1.71
Bénéfice	0.17
Prix du mètre carré . . .	1.88

CHAPITRE XII.

PONTS EN CHARPENTE.

ponts en charpente se construisent de deux
uivant la première, qui est la plus simple,
s'applique qu'à de petites ouvertures, le plan-
ipporté par plusieurs cours de poutres, posées
nent sur les culées et sur les piles, ou sur les
'ant la seconde, le plancher est supporté par
ı système de charpente, dont les points d'ap-
ıés un peu au-dessus des hautes eaux.
ıns d'abord nous occuper des ponts de la pre-
'e. Dans ce cas, la *travée*, ou la partie sou-
nt, n'exerce point de poussée contre la cu-
alée, mais seulement une pression verticale
elle à son poids et à la charge qu'elle est ap-
pporter. La seule action à laquelle la culée
er est donc celle des terres qu'on remblaie
ui tend à la renverser dans la rivière.
s en bois se composent le plus ordinairement
e pieux et palplanches battus au refus et moi-
u du lit de la rivière. Chaque pieu s'élève à la
venable pour supporter les pièces des diverses
la construction qu'il est destiné à soutenir.
le hauteur est considérable, la poussée des
à rompre le pieu au point où il affleure le
té de l'eau, ou au moins à le déverser, s'il
beaucoup de fiche. On s'oppose à cet effet,
de pieux retenue, AAAA (*fig.* 5.), placés

assemblé avec celui de retenue, si l'on
nière dont le mouvement de la culée ten
l'action de la poussée des terres, on verr
est repoussé vers la gauche et que la fo
des assemblages s'oppose à ce mouvemen
une remarque commune à tous les systèm
La forme triangulaire est la seule qui s'
ment au changement de forme. Pour qu
pût avoir lieu, il faudrait que l'un des côt
rompit. Il n'en est pas de même pour tou
lygonale, dont les angles peuvent varier, l
restent constamment de même longueur.
de cette espèce, la force des assemblage
s'oppose au changement des angles; géné
semblages ne sont pas faits avec assez de
sion pour qu'on puisse compter dessus
seraient-ils, lorsque la charpente est neu
et les altérations qu'éprouve toujours
bientôt modifié, d'une manière très-notal
sur laquelle on croyait pouvoir compter.

190. L'INTERVALLE entre les pieux n'es
palplanches verticales que dans la par
dessus on fait un revêtement en planch
posées derrière les pieux et destinées se
cher l'éboulement des terres. Elles n'aug
résistance de la culée, elles ne font qu

aux abords du pont des affaissemens qui né-
nouveaux remblais et forcent à relever fré-
pavé.
sont reliés entre eux, dans la partie au-des-
par des moises horizontales boulonnées;
inent leur écartement et les rendent soli-
ntribuant à une répartition égale de la force
ont à résister.
s on incline les culées en bois, cette dispo-
e le prisme de terre qui produit la poussée et
est moins fatiguée, mais on est obligé d'al-
outres qui forment le tablier. L'inclinaison
t au cinquième, c'est-à-dire que pour un
uteur, on donne vingt-cinq ou vingt centi-
e.
age des pieux est proportionné à la hauteur,
de vingt à trente centimètres. Les palplan-
centimètres d'épaisseur. Les figures 1, 2,
t les dimensions des principales pièces. Dans
voit, en avant de la culée, un marche-pied
sser circuler, au-dessous du pont, le long
gens à pied et les chevaux; les besoins de
nécessitent quelquefois cette disposition. Ce
est construit exactement de la même manière
les pièces de charpentes sont seulement d'un
noindre.
1, 2, 3, 4, 5 représentent un projet de
onstruire sur une rivière navigable. Les trois
ieu ont chacune sept mètres de largeur, les
s ont sept mètres trente centimètres, cette
motivée par le marche-pied.

Palées.

alées des ponts en charpente sont composées
lusieurs files de pieux, battus dans la direc-
nt. Lorsque le pont n'est pas très-élevé, ces
t être d'une seule pièce (*voir fig.* 4), mais
on, lors même qu'elle peut être adoptée, a
nvénient : la partie du pieu qui se trouve au
u est continuellement exposée aux alterna-
resse et d'humidité, le bois se détruit promp-

couronnent les palées. La sous-poutr
de la figure 2 se trouvent supprimées.

Pour une longueur plus grande
atteignant sept mètres on diminue la
soit en adoptant le système indiqué (
sous-poutreaux et de contre-fiches, so
de contre-fiches. Quand la distance de
dimensions ci-dessus, et que la por
huit à onze mètres, alors on les so
une sous-poutre semblable à celle q
de la palée. Cette sous-poutre est mai
tre-fiches inclinées venant s'arc-boute
(*fig*. 13).

Il est rare que l'on puisse trouver
assez longues pour fournir des poutres
tres sur un équarrissage de trente à tren
alors on les fait de deux pièces qui vie
la sous-poutre du milieu (*fig* 13). M
fait porter plus de la moitié du poids
tre-fiches inclinées, ce qui les fatig
éviter qu'elles ne plient on les relie
treaux portés sur les chapeaux des pa
inclinées. Quand la travée a plus de o
encore employer le système des sou

s d'un équarrissage tel que la nature n'en offre que par exception. Il est à remarquer d'ailleurs que les pièces de s ne sont pas dans une condition favorable à la résistance lorsque l'effort qui tend à les rompre agit perpendiculairement aux fibres. Nous avons déjà fait remarquer, , que, dans ce cas, toutes les fibres ne travaillent pas également, et ne résistaient ni de la même manière, ni avec la même intensité; celles qui sont placées à la face convexe s'allongent, tandis que celles qui sont, au contraire, à la face concave se raccourcissent. Il résulte de ce premier fait que si le bois résiste mieux à la traction qu'à la compression, une première limite de la résistance qu'il peut vaincre est donnée par la plus petite de ces forces, et l'autre n'est pas entièrement employée. De plus les allongemens et raccourcissemens des fibres vont et diminuent à mesure que l'on va de celles situées à la surface à celles qui occupent le milieu de la pièce; on ne peut donc profiter de toute la résistance que possède le bois que pour les fibres à la surface; les autres n'emploient pas toute leur force. Nous concluons de là qu'une pièce de bois résistant transversalement, travaille d'une manière désavantageuse et ne peut jamais employer toutes ses forces. Si l'on adopte ce mode de construction dans les travées qui n'ont que peu d'ouverture, c'est à cause de sa grande simplicité, qui fait qu'on économise plus sur la main-d'œuvre qu'on ne pourrait le faire sur le bois, en adoptant un système mieux entendu. Aussi, bien que la théorie indique le désavantage de ce genre de construction, on n'en suit pas moins en pratique, à cet égard, les anciennes habitudes; on ne doit pas en tirer des conséquences désavantageuses à la théorie, cela prouve seulement que celle-ci ne pouvant embrasser toutes les données du problème, n'arrive qu'à une solution incomplète, mais précieuse cependant, tandis que dans la pratique on est plus près des faits, ils se présentent à tous momens au constructeur, le guident, le retiennent et le ramènent continuellement à ce qui est le meilleur et en même temps le plus économique.

. Si, dans des travées de faible importance, un peu de bois employé inutilement est sans inconvénient, tant pour la solidité que pour la dépense, il n'en est plus de

même pour les grandes constructions. Ici tout parti
l'importance du travail même, le bois employé i
ment, n'occasionne pas seulement une dépense i
mais il ajoute encore, par son poids, une résist
toutes celles qu'il faut déjà vaincre, et que le co
teur doit chercher à diminuer autant que possible.

En considérant quelles sont les fonctions des
pièces de bois qui composent la charpente d'un p
reconnaît que quelques-unes ou l'ensemble de qu
unes supportent tout le poids, tandis que les a
font que le lui transmettre, c'est-à-dire viennent c
leur point d'appui sur ces premières qu'on nomme
ou *fermes*. C'est donc de la solidité du système
pente, ainsi nommée, que dépend la durée du p
c'est de celui-là que nous avons à nous occuper
mier lieu.

497. Il ressort des considérations sommaires
avons exposées sur la résistance des bois, que le
sont capables de supporter le plus grand effort qu
résistent par tension et que, dans l'ordre de pri
compression vient ensuite, puis la flexion transv

Le système de charpente qui employera les b
les conditions les plus favorables à la résistance s
le meilleur. Ces réflexions, jointes à la connaiss
l'on a du peu d'utilité, pour la résistance, des
termédiaires d'une poutre, conduisent directem
sister à l'effort qui tendrait à rompre transversale
pièce de bois, au moyen d'un système de charpen
gulaire, tel que celui indiqué (*fig* 14). Dans ce
le poids P, agissant au point C, se décompose
pressions, dont l'action se fait sentir suivant les
CB et CA; ces deux pièces de bois sont donc co
et chaque fibre supporte le même effort; la pres
vant la pièce CA, se décompose elle-même au
en deux forces, dont l'une verticale, l'autre ho
La première se reporte sur le point d'appui si
la deuxième tend à produire une extension sur
horizontale A B. Il en est exactement de mêm
pression agissant suivant CB. Par conséquent,
trois pièces du système ABC, sont comprimées e
-ième est tirée longitudinalement et toutes les f

ent. On applique à la figure 15, dans la-
côtés, CA et CB, du triangle, ne sont
ctement le même raisonnement qu'à la fi-
ient la compression supportée par la pièce
e que celle que supporte la pièce CB.

facile, d'après le raisonnement que nous
uer aux figures 14 et 15, de se rendre
et des poids qui agissent sur le système de
a figure 16; le poids P, appliqué en C,
npression sur les pièces AC et CC'. La
compose au pont A, ainsi que nous l'avons
nière à produire une extension sur la pièce
pposons maintenant un poids égal appliqué
a pièce C' A' disposée de la même ma-
e poids P' produira sur les pièces C'A' et
essions égales à celles de P sur CA et CC'.
A' résistera aux deux extensions et la pièce
ompressions produites sur elles. On fera le
nent pour les autres pièces, et l'on verra
comprimées, à l'exception de AA' qui ré-
ion. D'après ce que nous avons dit sur la
ance des bois, il sera facile de calculer les
eur donner.

cation on met des moises verticales à cha-
CC', afin d'assurer les assemblages et d'em-
gemens de forme que les poids addition-
uccessivement sur chacun des points CC',
aire.

le charpente comme celui de la figure 16,
e poussée latérale contre les piles ou les
upportent. Elle se trouve détruite par la ré-
pièce horizontale AA', mais il n'en serait
si l'on supprimait cette pièce, il faudrait
ne pile ou culée fut capable d'une résistance
celle de l'extension que supportait AA'.

cher les pièces inclinées de plier, on les
aux autres; ou bien encore, on modifie
système, en réunissant en faisceau toutes
es, pour en former, dans chaque moitié de
rbalétrier *fig.* 17. Ainsi réunies, les contre-
mieux que quand elles sont isolées, mais la

nature du système est un peu changé
reportent sur chaque arbalétrier le
tenir. A la rencontre des moises
poids se décomposent en deux for
prime l'arbalétrier comme dans l
l'autre qui n'est plus détruite par l
faire fléchir.

199. On a proposé encore d'autre
minuer la longueur des bois et de
puisque les bois plient d'autant pl
sont plus courts. Ces systèmes consi
de deux arbalétriers et à en adopt
les pièces ne puissent plus plier. On
un inconvénient, mais on tombe d
allons signaler.

Remarquons d'abord que quelle
son des pièces d'une construction
toujours pour but de reporter ce
points d'appui par le moyen même
Or ces pièces peuvent être combin
les unes par rapport aux autres et
exercés sur elles, qu'elles ne ten
mouvement, en un mot, le système
sous l'action des forces qui agissen
parties, conformément aux lois de l
cet état l'*équilibre de position*. Pour
cupe point de la force physique d
on la considère seulement comme u
résistance indéfinie. On conçoit qu
peut exister dans la pratique, il faut
ait les dimensions nécessaires po
qu'elle est destinée à supporter. On
d'après ce qui a déjà été dit sur la
riaux et sur les considérations plus sp
senterons encore à ce sujet. Quand
sont ainsi réglées, on a alors l'*équili*
doit être seul pris en considération
blages des différentes pièces de la co
forts pour ne permettre aucun mou
rapport aux autres, lors même que l'
de position n'existerait pas.

maintenant un système de plusieurs ar-
pourra les établir dans l'équilibre de posi-
'eut avoir égard qu'à la charge de la char-
ne et au poids du pavé qu'elle porte, mais
voitures viendra constamment déranger cet
:omme il n'est pas stable, c'est-à-dire que
s ne tendent pas à reprendre leur position
été dérangés, le plus léger dérangement
:hûte du cintre. Ainsi l'équilibre de position
être complètement satisfait et il ne suffirait
t. Il est donc absolument nécessaire que les
assemblées les unes aux autres, et qu'à cha-
on l'assemblage s'oppose à la variation de leur
e force égale ou supérieure à celle qui tend
er. Dès-lors on peut considérer tout le sys-
ne faisant qu'une seule pièce, et sa résis-
: évaluée en conséquence. D'après cela on
t l'inconvénient d'un grand nombre d'arba-
ue chaque articulation forme, pour ainsi
de rupture préparé à l'avance.

ient un système un peu plus solide que ce-
'S arbalétriers composés chacun de plusieurs
s juxta-posées (*fig.* 18) en disposant chaque
les polygones dont les angles des uns ré-
ilieu des côtés des autres.

fet pour que ce système puisse céder, non
: l'assemblage de chaque articulation flé-
encore que chaque arbalétrier (*fig.* 18),
ıpe au milieu de sa longueur. Il en serait
emblages étaient parfaitement exécutés. Cela
s en pratique, aussi ce système fléchit-il un
e encore beaucoup à désirer.

ntres les plus solides sont ceux que l'on fait
cours de pièces courbes juxta-posées, re-
s par des moises et des boulons, et dont
extrémités ne se rencontrent pas vis-à-vis
tres; car on ne peut faire plier un pareil
aire fléchir dans tous leurs points les pièces
né. L'assemblage des extrémités des pièces

n'a plus alors qu'une faible influence, la résistan
à la flexion du bois employé est mise en jeu pou
nir tout fléchissement du cintre. On reporte sur l
tout le poids de la construction, au moyen de mo
males ou verticales L'effet de ce poids est de co
le cintre sans lui faire supporter aucun effort ten
rompre transversalement (*fig.* 18).

Quand on a arrêté la forme des fermes ou cin
les relie entre elles par des moises horizontales
brassent les verticales destinées à reporter la c
tablier sur le cintre. Les moises ne doivent ja
espacées à plus de cinq mètres; dans les gr
ches le mouvement des voitures et quelquefois
seule action du vent produisent des oscillations
qui fatiguent beaucoup les joints de la charpente.
vient cet effet en mettant entre les moises horizon
pièces diagonales qui forment avec elles des figu
gulaires. Le dessin de la passerelle indiquée p
gures 19, 20, 21, 22 et 23, en montre un exem
place des contrevents de la même espèce entre l
verticales pour rendre le tablier et le cintre par
solidaires.

202. La figure 19 fait voir une autre espèce
dont nous n'avons pas encore parlé, elle est com
madriers placés dans un plan vertical, pliés s
courbe voulue et assujettis les uns aux autres par
et des boulons en fer. Les madriers qui compose
cours sont mis bout à bout et l'on s'arrange de m
ce que les joints d'un cours correspondent à de
pleines des cours latéraux.

203. Les assemblages des arches en charpent
jamais exécutés avec des soins tels qu'il ne se
un petit tassement analogue à celui des arches en
la formule suivante donne, d'après les observati
sur des constructions en sapin, la valeur appro
de ce tassement.

$$t = 0{,}02\frac{f}{c}$$

lle f est la flèche et c l'ouverture. Pour des en chêne le tassement est probablement un . Dans tous les cas, ce n'est là sa valeur ment après la construction, il augmente par l'effet de l'altération des bois.

Planchers et Parapets.

planchers des ponts sont composés d'abord pont *pp* (figures 2, 3, 4 et 19), placées sur , sur les cintres mêmes, ou sur les pièce- i reposent d'un bout sur les cintres ou fermes sur les culées ou palées. Elles sont légère- es et chevillées à la rencontre de chaque som- naintiennent ainsi l'écartement. Les potelets ps s'assemblent sur les pièces de pont, qui ont prolongées un peu au-delà afin de soute- -fiche qui sert à arc-bouter le potelet. Quel- ièces de pont sont doubles, comme dans les iés ci-dessus, alors ce ne sont que des ma- plus épais que ceux du reste du plancher. les sont simples et elles ont un équarrissage ltimètres. Dans tous les cas leur face supé- le reste du plancher. Les intervalles entre pont sont ordinairement de deux mètres, on madriers de 10 à 12 centimètres d'épaisseur mètres de largeur, et d'une longueur telle ent toujours un peu les faces extrêmes des fermes d'amont et d'aval. Ces madriers sont chaque sommier soit avec des chevilles en afin que les vibrations qu'éprouve la char- sent les faire sortir, soit avec des chevilles

de ce premier plancher, on en cloue ordi- autre formé de planches de cinq centimètres ui ne recouvre quelquefois que la voie char- ux plancher préserve celui de dessous du s roues et de l'action des pieds des chevaux, tement, mais comme il ne nécessite qu'une on le renouvelle aussi fréquemment que le it sentir.

conséquence le premier système.

On peut remarquer que dans l'établissem
chers, comme ceux que nous venons de dé
miers sont entièrement recouverts, soit
de pont, soit par les madriers. La face s
sommiers se trouve ainsi maintenue dans
manent d'humidité, ce qui la fait pourrir pro
évite cet inconvénient en posant la plate -
driers sur des solives de 25 à 30 centimèt
sage, placées transversalement, comme
pont. Les madriers sont alors placés longi
mais le faux plancher est toujours mis e
d'empêcher les chevaux de glisser.

206. Les pièces principales du garde -
potelets. Il y en a autant de chaque côté qu
pont, dans lesquelles ils s'assemblent. Il
maintenus à l'extérieur par une contre-fich
à l'intérieur par un boute-roue ou par une
Lorsque le pont est destiné à recevoir un pa
contre le pied intérieur des potelets une
régnant sur toute la longueur du pont et ay
timètres de hauteur sur vingt d'épaisseur ;
tinée à maintenir latéralement le sable et l

entre la lisse supérieure et le plancher est rempli par des croix de St.-André qui s'assemblent avec les potelets, mais cette disposition oblige à rapprocher un peu plus ces derniers.

CHAPITRE XIII.

De la manière d'évaluer la force des Bois les Ponts de Charpente.

207. Nous avons déjà indiqué, dans la premiè tie, le moyen de calculer les dimensions d'une pi bois pour qu'elle résiste, soit à un effort qui tend duire l'écrasement ou l'extension, soit à un effort versal qui ne produit que d'une manière indirec effets d'extension et d'écrasement et dont l'action est de faire plier et rompre la pièce. Mais ces tats généraux ne peuvent que servir de base au culs que l'on doit faire pour l'établissement des con tions en charpente, et il est nécessaire d'entrer m nant dans quelques détails plus circonstanciés, to ne considérant cependant que les cas qui se présent plus usuellement dans la pratique.

Outre les poids de la charpente elle-même et d qu'on établit quelquefois sur le plancher, les pièce ployées dans les ponts ont encore à supporter la c des voitures qui agit successivement et momentan sur chaque partie. Si ce poids accidentel est susce de faire plier les pièces sur lesquelles il agit, elles uent se relever et reprendre leur forme primitive a qu'il est passé, pourvu que l'élasticité n'ait pas été al de sorte qu'il paraît évident que l'action d'un poi cette espèce est moins dangereuse que celle d'un permanent. Ainsi, quoiqu'il soit incontestable qu tions réitérées finissent à la longue par altérer l'élasticité des bois, on sera cepe

é aux pièces de la charpente des dimen-
nt fortes, si on les a calculées en suppo-
manent. C'est le principe que l'on adopte

c aux poids de la charpente et du pavé
ourdes voitures que le pont est destiné à
isant attention que ce dernier poids vient
ent sur les différentes parties de la cons-
faut, dans les calculs, le supposer placé
plus favorable pour produire la flexion.
ijouter aux poids de la construction 200
mètre superficiel de plancher, et ne pas
oids des voitures. On obtient une limite
charge d'un pont. Pour les ponts étroits
ortée, Il faut prendre les poids des plus
C'est cette méthode que l'on suit dans le
e des chaînes des ponts suspendus. Par
ans la figure 16, l'angle C supporte deux
ls du plancher, ou ajoutera au poids de
00 kilogrammes. Cette méthode suppose
charge additionnelle se répartit sur toutes
en était autrement, la considération des
des voitures pourrait donner des limites

s, les bois sont continuellement soumis,
s de sécheresse et d'humidité qui altèrent
s fibres de la surface; la résistance des
oujours en décroissant, et la chute de
lieu quand cette résistance est inférieure
i reste toujours à peu près la même.
iaturel au premier abord de donner aux
ensions beaucoup plus fortes que celles
l'équilibre. On obtient ainsi, en effet,
durée, mais aussi la dépense première
ntée dans un rapport tel qu'il n'y a au-
le faire pour obtenir ce résultat. On re-
alcul que, pour dépenser réellement le
après un grand laps de temps, on doit
ensions des bois de manière à mettre leur
nent un peu au-dessus de l'équilibre. Il
rendre compte de ce résultat du calcul,
on que la dépense des bois croît comme

208. D'APRÈS les considérations qui p
manière dont on doit supposer chargées
pièces d'une construction en charpente,
les formules données au § 71, déterminer
à adopter, ou bien, ces dimensions étar
vance, calculer le poids dont on peut ch
avec sécurité.

Pour les bois, on remplace, dans la
nombre R donné par la table du § 72, pa
de la valeur portée à cette table, quand on
le poids que l'on peut faire supporter, a
pièces de dimensions données, soumises à
versale. Comme application des formules
dérons une poutre rectangulaire de bois
culons le poids dont on peut la charger a
vant la manière dont elle est soutenue.

Dans toutes les formules qui suivent,
longueur de la pièce, quand elle n'est s
une extrémité; et $2l$ l'intervalle des app
p est la charge uniforme par unité de lo
qui peut n'être que le poids seul de la po
sant pour le chêne le poids du mètre cub
ment à 900 k $= c$, ou $a\,p = abc$
a est la largeur de la pièce; b sa haut
core a représente la dimension de la face

prenant pour le chêne R' égal moyennement à 6 k.

poids P est donné, et qu'on veuille déterminer les mensions, on n'a qu'une équation entre deux inconnues suit qu'il faut s'en donner une à volonté et déterminer l'autre par la résolution de l'équation (1) ou bien établir un certain rapport entre les deux dimensions, faire par exemple $a=mb$
lors :

$$Pl = 100\,000\, mb^3 - 450\, mb^2 l^2$$

ant $l=5$; $m=\frac{2}{3}$ et $P=225$ k. on trouve $b=$

et par suite $a = 0,^m 20$

Si, au lieu d'être placé à l'extrémité, le poids P uniformément réparti sur la longueur. C'est-à dire outre de son propre poids, la pièce supportait, té de longueur, un poids $\frac{P}{l}$ alors on aurait pour ner le poids P que la pièce peut aussi supporter, suivante, en désignant toujours par p son propre $=abc$:

$$\left(p + \frac{P}{l}\right) l = \frac{2\,R'\,ab^2}{6\,l} = \frac{200000\ ab^2}{l}$$

$$P = \frac{200\,000\ ab^2 - 900\ ab\ l^2}{l}$$

ire que le poids réparti peut être double de celui à l'extrémité.

Si la pièce est supportée horizontalement à ses extrémités, (*fig.* 22 *ter pl.* 4.) le poids 2 P dont la charger en son milieu, en sus de son poids est donné par l'égalité :

$$= \frac{2\,R'\,ab^2}{6.\,l} - pl = \frac{200\,000\ ab^2 - 900\ ab\ l^2}{l}$$

(12) $$2\,P = \frac{800.000\;ab^2}{3\,l}$$

la pression, dans ce cas, sur le support intermédiaire est égale à $\frac{22}{32}$ 4 P, et, sur chaque appui extrême $\frac{5}{32}$ 4 P

Si la poutre était portée sur quatre appuis également espacés et que les poids appliqués à chaque point milieu des intervalles fussent égaux à 2 P on aurait :

(12 bis) $$2\,P = \frac{10\;R'\,ab^2}{21\,l}$$

la pression sur les appuis extrêmes serait égale à 0,7P, et sur les appuis intermédiaires, elle serait égale à 2,3 P.

Toutes les expressions qui précèdent, cotées depuis 1 jusqu'à 12 sont relatives au cas où la section transversale est un rectangle. Si cette section était une de celles indiquées au tableau du paragraphe 74, il suffirait de multiplier le second membre des 12 égalités précédentes par $\frac{6\,G}{R ab^2}$ pour passer au cas de la section dont G représente la résistance à la rupture.

Si G se rapporte à une poutre composée, on l'estimera d'après ce qui est dit au n.° 247.

216. Le poids P que l'on peut placer avec sécurité sur la pièce verticale A B. (*fig.* 27 *pl.* 2), encastrée à la partie inférieure, lorsque ce poids est suspendue à l'extrémité de la traverse horizontale B C, ayant une longueur d, est donné par l'égalité :

(13) $$P = \frac{R'\;A\;G}{G + R\;A\;d}$$

dans laquelle A représente l'aire de la section, G la résistance à la rupture correspondante à cette section, sa valeur est donnée par le tableau du § 74, enfin R est le [illegible]s produisant la rupture par flexion transversale, [illegible]ne aire égale à l'unité, (R = 10 R').

[illegible] poutre composée on calculerait G ainsi que [illegible] indiqué au paragraphe 247. Pour une section

le rectangulaire, l'égalité précédente devient

$$P = \frac{R' \, ab^2}{b + 6d} = \frac{600.000 \, ab^2}{b + 6d}$$

èce verticale est un cylindre le poids P est l'égalité :

$$P = \frac{R' \pi r^3}{r + 4d} = \frac{1884\,956 \, r^3}{r + 4d}$$

rt agissait de bas en haut au lieu d'agir de haut insi que nous venons de le supposer, la pièce hie dans le sens opposé, mais les égalités (13))sisteraient de même.

: poids P que l'on peut placer avec sécurité à é supérieure de la pièce prismatique inclinée, dont l'extrémité inférieure est encastrée, est : l'égalité :

$$P = \frac{R' \, A \, G}{G \, cos.\, t + AR \, l \, sin.\, t}$$

re de la section, G sa résistance à la rupture, '4, R = 10 R'
cette section devient un rectangle on a :

$$= \frac{R' \, ab^2}{b \, cos.\, t + 6 \, l \, sin.\, t} = \frac{600.000 \, ab^2}{b \, cos.\, t + 6 \, l \, sin.\, t}$$

gle que fait la direction de l'effort avec l'axe de *l* la longueur de cette pièce.

)UAND une pièce inclinée (*fig.* 29), s'appuie à té inférieure contre un plan horizontal le long glissement est prévenu par un obstacle quelcon- ı l'extrémité supérieure, contre un plan vertical, uve chargée en un point quelconque de sa lon- n poids P ; la pression verticale due au poids P rtée entièrement par l'appui horizontal, et les

pressions horizontales, égales et contraires, par
verticaux. Ces pressions sont représentées par l'e

$$P \frac{d \text{ tang. } t}{l},$$

dans laquelle d est la distance A C du point d'a
du poids, à l'extrémité inférieure de la pièce, et
de la direction de l'effort avec celle de la pièce,
gueur.

Cette pièce peut donc être considérée com
trée au point C, où agit le poids, et sollicitée à
mité inférieure par deux efforts :

$$P \text{ et } P \frac{d \text{ tang. } t}{l}$$

l'un vertical : P ; et l'autre horizontal. A l'ext
périeure elle est sollicitée par la force horizont

$$P \frac{d \text{ tang. } t}{l}$$

ce cas rentre donc dans celui considéré § 217;
avoir la valeur du poids P, il faut remplacer
pression (15), 1.° pour ce qui concerne la por
rieure

$$P \text{ par } P \sqrt{1 + \frac{d^2 \text{ tang.}^2 t}{l^2}} = P' \text{ résultante appli}$$

$$\text{sin. } t \text{ par sin. } t \left(1 - \frac{d}{l}\right);$$

$$\text{cos. } t \text{ par cos. } t \left(1 + \frac{d \text{ tang.}^2 t}{l}\right);$$

d'où l'on déduit

$$(16) \quad P' = \frac{R' A G}{G \text{ cos. } t \left(1 + \frac{d \text{ tang}^2 t}{l}\right) + ARl \text{sin. } t}$$

et si la section est un rectangle, cette égalité devient

$$(16\,bis)\ P' = \frac{K'\,ab^2}{6\,l\,sin.\,t\left(1 - \frac{d}{l}\right) + b\,cos t.\left(1 + \frac{d\,tang^2\,t}{l}\right)}$$

2.° Pour la portion supérieure C B

$$P \text{ par } P\,\frac{d\ tang.\ t}{l} = P''$$

$$sin.\ t \text{ par } \frac{d\ sin.\ t}{l}$$

$$cos.\ t \text{ par } \frac{d\ sin\ t.\ tang.\ t}{l}$$

d'où l'on déduit :

$$(17)\quad P'' = \frac{R'\,A\,G\,l}{G\,d\,sin.\ t\ tang.\ t + AR\,l\,d\,sin.\ t}$$

et si la section est un rectangle on a

$$(17\ bis)\ P'' = \frac{R'\,ab^2\,l}{bd\,sin.\ t\ tang.\ t + 6\,6\,l\,d\,sin.\ t}$$

Pour avoir le poids P que l'on peut placer avec sécurité au point C, on prendra la plus petite des valeurs donnée par les égalités (16) et (17) après y avoir remplacé P' et P'' en fonction de P.

Les expressions qui précèdent donnent le moyen de calculer le poids dont on peut charger une pièce droite, suivant la manière dont elle est soutenue. Ou bien de calculer les dimensions qu'elle doit avoir pour soutenir avec sécurité un poids déterminé. Il n'y a qu'à remplacer R' par sa valeur pour chaque espèce de matériaux.

220. Lorsqu'il ne s'agit plus de pièces séparées mais assujetties les unes aux autres et concourant toutes sous des inclinaisons diverses à supporter un poids déterminé

il faut pour appliquer les principes qui viennent d'ét posés, commencer par estimer d'après les lois de la st tique les pressions, les tensions, et les efforts transve saux que chaque pièce ou portion de pièce est destin à supporter.

Nous allons considérer quelques-uns des systêmes l plus simples de charpente, composés de pièces droit assujetties les unes aux autres. Ces exemples serviront guide pour les constructions plus compliquées.

221. Un poids P suspendu au point d'angle de de pièces inclinées, (*fig.* 15), s'appuyant l'une cont l'autre au point C, et posées en A et B sur des appuis long desquels elles ne peuvent glisser, donne lieu à d pressions, dans la direction des pièces, AC, BC, qui so respectivement représentées par :

$$(18)\quad P\,\frac{sin.\ q}{sin.\ (p+q)} \quad \text{et} \quad P\,\frac{sin.\ p}{sin.\ (p+q)}$$

dans lesquels p et q sont respectivement les angles BC et ACP

La pression horizontale qui a lieu au point C est :

$$P\,\frac{sin.\ p\ sin\ q}{sin.\ (p+q)}$$

cette même force tend à faire glisser les points A et B et représente la pression contre les points d'appuis.

Quand on a $p=q$, les valeurs (18) deviennent égale

à $\frac{P}{2\,cos.\ p}$ et la pression horizontale à $\frac{1}{2}$ P $tang.\ p$

Les pièces inclinées sont chargées dans le sens de le longueur, si cette dimension ne dépasse pas vingt fo l'épaisseur a, on calculera le poids P qu'elles peuve supporter d'après celui qui produirait l'écrasement. S longueur dépasse vingt fois l'épaisseur on aura l'é ité :

$$P\,\frac{sin.\ q}{sin.\ (p+q)} \quad \text{ou} \quad \frac{P\ sin.\ q}{sin\ (p+q)}=0{,}823\ E\,\frac{ba^3}{l^2}$$

erminer le poids P, il faudra prendre la plus petite e P pour celle qui peut être supportée avec sé- représente la longueur de la pièce considérée. lieu de butter les points A et B, on met une tra- ›rizontale à une certaine hauteur, (*fig.* 14), on calcul des parties C E, C D comme ci-dessus; se E F supportera une tension longitudinale égale

ng.p; et les parties inférieures A E, B D, se- s le même cas que si elles étaient encastrées en t sollicitées à fléchir par la force verticale $\frac{1}{2}$ P e en A et B et agissant de bas en haut. L'expres- ›era donc applicable et l'on aura:

$$\frac{1}{2} P = \frac{R' A G}{G \, cos.p + AR \, l \, sin.p}$$

: la longueur A E ou B D

outre de la traverse E D, on mettait une sole A B, ion horizontale serait supportée par l'une ou le ces pièces, mais un point de plus des pièces D se trouvant rendu fixe, leur résistance serait ée, si leur longueur pouvait permettre la flexion; serait quadruplée, si le point E était au milieu de

e serait augmentée dans le rapport de 1 à $\frac{9}{4}$ au tiers etc.

Jn poids P suspendu au milieu d'une pièce ho- reposant sur deux supports inclinés, (*fig.* 36) lans la direction des supports, qui, pour l'équi- vent se trouver dans le même plan et faire avec ıle des angles *p* égaux, une pression longitudi- e à

) $$\frac{P}{2 \, cos \, p}$$

ce qui tend à produire le glissement des points st:

$$\frac{1}{2} \text{P} \, tang \; p$$

chacune des moitiés de la pièce B B′ est dans le
état que si le point C était encastré et qu'une forc
à celle donnée par l'expression (21) fût appliqué
les directions A C, A′ B′ à chaque extrémité. L'
sion 15 peut donc encore être appliquée et le poid
l'on pourra placer avec sécurité sera donné par l'é

$$(22) \qquad \text{P} = \frac{2 \text{R}' \text{A} \text{G}}{\text{G} \; tang. \; p + \text{A} \text{R} \, l}$$

A représente l'aire de la section, l la demi-lo
BB′. Si la section est rectangulaire :

$$\text{P} = \frac{2 \text{R}' \, ab^2}{b \; tang \; p + \text{A} \text{R} \, l}$$

b est la hauteur, a l'épaisseur de la pièce.

Les remarques sur les pièces inclinées de l'ap
précédent s'appliquent à celles-ci.

223. Considérons l'appareil représenté (*fig.* 37)
tiné à supporter un poids P à l'extrémité de la pièc
rizontale BC, consolidée par la contre-fiche A D
points A et B sont supposés fixes, les pièces qui y
tissent ne peuvent les quitter, mais elles peuvent t
autour de ces points comme centres.

D'abord le poids P produit une pression vert
dirigée de bas en haut, au point P, représentée

$$\text{P} \frac{l'}{l}$$

$l' = \text{DC}$, $l = \text{B D}$. Le point D aura à supporte
pression égale à cette dernière augmentée du poids

$$\text{P} \left(\frac{l + l'}{l} \right)$$

on est entièrement supportée par la contre-
et en produit une autre, dans la direction

$$P \frac{l+l'}{l \cos. p}$$

ne tension sur BD égale à

$$P \frac{l+l'}{l} \text{tang. } p$$

ra que la pièce A D peut supporter la pres-
d'après ce qui a déjà été dit. Quant à la pièce
ssion suivante donne le poids dont on peut la
:c sécurité :

$$P = \frac{R' A G l}{G(l+l') \text{tang.} p + A R l l'}$$

tion est un rectangle

$$P = \frac{R' a b^2 l}{b(l+l') \text{tang.} p + 6 l l'}$$

ind la pièce horizontale B C, (*fig.* 38), est
par une autre pièce verticale, encastrée à son
inférieure A, et repose sur une contre-fiche
ids P étant suspendu au point C; l'état des
et D E est le même que dans le cas précédent.
verticale E A est comprimée par le poids P,
3 E est soumise à une force d'extension repré-

$$P \frac{l'}{l}$$

sentent B D, D C

in E A se trouvant comprimée par le poids P,
a distance $l+l'$, l'expression (13) est applicable

et pour la portion BE qui est soumise
duite par la force $P\frac{l'}{l}$ agissant à la
aura :

$$(27) \qquad P = \frac{R' A G l}{G l' + A R (l + l'}$$

pour une section rectangulaire,

$$P = \frac{R' a b^2 l}{b l' + 6 (l + l')}$$

225. Considérons actuellement le m
supposons que la pièce droite au lieu
pied (*fig.* 39) soit arc-boutée par l'un
AF, AF', faisant un angle p avec la pi
Toute la partie au-dessus du point A
charpente, sera exactement dans le m
cédemment. L'état de la portion au-
dépend de la position du pied F de la
Si la verticale passant par le point
tombe entre les points A et F', le pie
cale tend à tourner autour du point

Cette résistance de la contre-fiche équivaut à une forc horizontale représentée par :

$$P\frac{l+l'}{c}$$

à une force verticale agissant de bas en haut, représentée par :

(29) $$P\frac{l+l'}{c\ tang.\ p}$$

force (28) comprime donc la contre-fiche ; tandis que partie AA′ se trouve seulement comprimée par le poids P diminué de la quantité représentée par (1), ou la force

(30) $$P\left(1-\frac{l+l'}{c\ tang.\ p}\right)$$

Quand la verticale, passant par le point d'attache du poids, tombe en dehors du point F, alors tout le système sollicité à tourner autour de ce point. Dans ce cas, la contre-fiche est encore comprimée par une force égale à (29), mais la portion AA′, est soumise à l'extention d'une verticale égale à

(31) $$P\left(\frac{l+l'}{c\ tang.\ p}-1\right)$$

r que ce système ne soit pas renversé, il faut que nt A′ soit fixe.

système représenté par la figure 40 est formé pièce horizontale, portant un poids P en son point et reposant par ses extrémités sur deux points lle est en outre consolidée par deux contre-fiches ées avec elle, et appuyées par leur extrémité in- contre les points fixes en A et A′. ids P produit une pression sur les quatre points ort, il tend à faire plier la pièce horizontale en mps qu'il comprime les contre-fiches. Si l'on r, dans ce cas, qu'une limite au-dessus de la poids qui produirait la rupture, se trouve néces-

s, Aqueducs, etc.

entier. Nous avons déjà vu, au chapitr
matériaux, comment on estime les dimen
BB'. Quant au système ADD'A', les exp
dessus donneront le moyen d'en calculer

Quand l'appareil se compose de deu
encastrées à leur pied (*fig.* 41), d'une p
reposant sur les deux autres, et que le t
par des contre-fiches, assemblées avec
cales et horizontales, on peut assimiler c
lui que nous venons de considérer.

Pour que la pièce horizontale ait une
il faut qu'elle puisse snpporter, sans le so
fiches, le point P suspendu en son point
cune des pièces droites doit en outre pou
pression verticale $\frac{1}{2}$ P. Quant au systèn
les contre-fiches doivent d'abord être a
supporter la pression

$$\frac{P}{2 \cos. p}$$

agissant dans le sens de leur longueur, l
à deux forces $\frac{1}{2}$ P. et $\frac{1}{2}$ P. *tang.*
horizontale, appliquées l'une et l'autre

ıelle h et h' sont respectivement les distances AE

:e (32) produit d'abord une extension sur la por-
'e la pièce horizontale ; et, en second lieu, elle
re plier la pièce verticale au point E. Cette pièce
: être considérée comme fixée en ce point et sou-
e force verticale au point A et à une force ho-
au point B, qui est donnée par l'expression (32).
conditions on aura entre le poids P et les di-
de la pièce verticale la relation

$$P = \frac{2R'AG(h+h')}{G(h+h'(+ ARhh'tang.p}$$

ıe section rectangulaire

$$P = \frac{2R'ab^2(h+h')}{b(h+h')+6hh'tang.p}$$

ans les ponts en charpente, on doit avoir égard
ment aux surcharges qui viennent occuper suc-
nt tous les points du tablier, mais encore à la
rmanente de la construction elle-même et aux
's qui peuvent être uniformément reparties sur le
Considérons une ferme composée d'une poutre
· les culées aux points BB' (*fig.* 42 *bis*) et ren-
ıar des contre fiches AD, A'D', s'arc-boutant
; points fixes A, A', mais pouvant tourner au-
es points, et, par l'extrémité supérieure, s'assem-
: la poutre aux points D, D'. Comme les points
on affaiblissent la poutre nous supposerons qu'elle
e de trois pièces se réunissant bout à bout aux
, D'.
sé admettons d'abord que les surcharges sont
s uniformément; soit p la charge correspondante
de longueur.
listances CD, BD.
BAD.
ce verticale agissant en D sera :

$$P\left(l + \frac{1}{2}l'\right)$$

Cette pression se décompose en deux autres: l'une égale à

$$\frac{p\,(l+\frac{1}{2}\,l')}{cos.\ p}$$

agissant dans le sens de la contre-fiche DA; l'autre égale à

$$p\,(l+\frac{1}{2}\,l')\ tang.\ p$$

agissant dans le sens de DD′,

Nous avons déjà appris à régler les dimensions des pièces chargées dans le sens de leur longueur (n.° 2

Quant à la pièce DD′, comprimée dans le sens de sa longueur, chargée uniformément et supportée aux deux extrémités, on aura très-approximativement, entre la charge et les dimensions de cette pièce, la relation suivante:

$$(34)\qquad R'=\frac{p\,(l+\frac{1}{2}l')\ tang.\ p}{A}+\frac{Rpl^2}{2G}$$

dans laquelle A représente l'aire de la poutre. Si la section en est rectangulaire

$$R'=\frac{p}{ab}\left\{\,(l+\frac{1}{2}\,l')\ tang.\ p+\frac{3\,l^2}{b}\right)$$

227. Supposons maintenant une surcharge accidentelle P, en outre de la charge repartie uniformément.

1.° Si le poids est placé sur un point de BD, pièce soutenue à deux extrémités, nous avons appris n.° à en calculer l'effet. Dans ce cas il produira une nouvelle surcharge verticale sur le point D, qu'il sera facile d'évaluer et d'introduire dans le calcul des dimensions de la contre-fiche, et de la partie DD′ tel qu'il est indiqué pour cette dernière par la formule (34). Si par exemple le poids était placé en D il faudra remplacer $p\,(l+\frac{1}{2}\,l')$ tang

$P + p\left(l + \frac{1}{2} l'\right)$ *tang.* p, dans cette formule,

est à remarquer de plus que la pression longitudi-

ivant DD′ étant égale à $\left(P + p\left(l + \frac{1}{2} l'\right)\right)$ *tang.* p

qu'elle reste égale à $p \left(l + \frac{1}{2} l'\right)$ *tang.* p.

sens D′D, la portion B′D′ supporte une pression dinale égale P *tang* p, et dès lors les dimensions : en être réglées par la formule (34).

)uand le poids est placé sur la partie DD′, par e au point milieu C, l'effort vertical aux points est augmenté de 1/2 P et les dimensions de DD′ t être réglées par la relation.

$$5)\ R' = \frac{P + p\,(2l + l')\ tang.\ p}{2\,A} + \frac{R\,(P + pl)\,l}{2\,G}$$

ction est rectangulaire, cette équation devient :

$$R' = \frac{P + p\,(2l + l')\ tang.\ p}{2\,ab} + \frac{3\,(P + pl)\ l}{ab^2}$$

Lorsque sous la partie DD′, on emploie une sou- soutenue par les deux contre-fiches, et liée forte- vec la poutre DD′ pour la consolider, alors la pres- ngitudinale se reporte entièrement sur cette sou- : A doit en représenter l'aire dans les équations 34 et G sera calculé pour les deux pièces qui com- DD′, comme il est indiqué au n.° pour les s composées, d'après le mode de liaison de ces ièces.

Quand l'extrémité supérieure des contres-fiches, ! *ter*), soutient l'extrémité d'une sous-poutre qui :e à la culée ou plutôt qui se prolonge sous la tra- vante où elle est maintenue de même, alors cette)utre éprouve une tension et la poutre n'éprouve : compression dans sa partie intermédiaire. Si nous

charge déduite de la relation (34) dan
mera l'aire de la section de la sous-pou
l la demie ouverture de la travée dimi
Si l'on suppose maintenant une sur
milieu de la sous-poutre considérée, l
dimensions et la charge sera donnée pa

230. Les pressions ou tensions longi
naître les contre-fiches se reportent su
lées à l'extrémité inférieure de ces c
dent à les renverser, les efforts vert
aussi sur les culées, partie à l'extré
contre-fiches, partie sur le haut des c
leur donner de la stabilité; les culées s
à se renverser autour de l'axe sur le
tourner, par la différence de ces for
tout celà que d'une décomposition de
sente aucune difficulté. Lorsque les
attachées aux culées ces dernières ten
sées en dedans.

231. Lorsqu'au lieu d'employer les p
naturelle est rectiligne on les fléchit,
trémités entre des obstacles qui ne pe
(*fig.* 30), on obtient une résistance plu

orbe, telles que les arcs en bois ou en fer
)nstruction des ponts.

xquels sont soumises les pièces peuvent
e telle sorte que la pièce se trouve sim-
mée ou étendue ; ou bien les efforts peu-
ués de manière à tendre à produire la
ture en un point plutôt qu'en un autre.

ièce est simplement comprimée ou éten-
e est tracée suivant la *courbe d'équilibre ;*
end évidemment de la distribution de la
direction des poids partiels qui la com-

al apprend que lorsque les forces appli-
sont partout égales par unité de longueur
iles à la courbe, cette courbe, pour être
être un arc de cercle.

ces appliquées à la pièce sont toutes ver-
: égales à p par unité de longueur comptée
izontale AB, (*fig.* 30), la courbe d'é-
parabole dont l'équation rapportée au
des x étant horizontal et celui des y ver-

$$y = \frac{f}{l^2} x^2$$

.èche au sommet c, l la demie corde.
:rticale supportée par chaque point d'ap-

$$p\,l$$

orizontale Q supportée par les mêmes

$$Q = \frac{pl^2}{2f}$$

sion totale, dirigée suivant la tangente à
)ints A et B est égale à

$$\frac{pl}{2f}\sqrt{l^2 + 4f^2}$$

de cette tangente en joignant les points

Cette pression T atteint son maximum
l'arc c'est-à-dire aux points A et B, (*fig*
égale à celle donnée par l'expression (2

Dans la pratique, les points A et
l'arche doivent être suffisamment solides
pressions représentées par pl et Q ; quant
formant l'arche, on peut considérer la p
sur une section transversale comme unifo
sur l'aire de cette section, alors la press
surface sera :

$$\frac{T}{a\,b}$$

$a\ b$ représentant l'aire d'une section ;
cette compression ne dépasse pas celle
toute la sécurité désirable, et que nous a
R', on établira l'égalité

$$R' = \frac{T}{ab}$$

où, en remplaçant T par la valeur (22).

$$(23) \qquad \qquad 2\,R'\,ab\,f$$

onnera le poids 2 *pl* réparti uniformément que peut suporter une pièce courbe à section rectangulaire, *ab*, ou ncore les dimensions qu'il faut donner à cette pièce pour i rendre capable de supporter un poids déterminé.

Lorsque la pièce n'est que comprimée et qu'il n'y a ulle tendance à la flexion, au lieu de prendre pour liite de pression le poids R′ qui se rapporte à la rupture roduite par flexion, on pourrait prendre la limite qui se apporte à l'écrasement; mais le cas où un arc est toujours t à tout instant chargé uniformément est fort rare et ans les applications il y a presque toujours tendance à a flexion.

Pour tout autre section transversale que le rectangle, n remplacerait *ab* par l'aire A de la nouvelle section, ar on peut supposer que la pression se répartit uniformément sur toute l'aire, on en agirait de même pour une ontre courbe composée.

234. Si, indépendamment d'une charge 2 *pl*, répartie niformément, sur l'intervalle AB, (*fig.* 30), un poids P était placé au sommet C de la courbe.

La pression verticale sur chaque point d'appui serait :

$$pl + P$$

et la pression horizontale sur chacun des mêmes points :

$$(24) \qquad Q = \frac{pl^2}{2f} + P\left(\frac{25}{32}\cdot\frac{l}{f} - \frac{f}{28\,l}\right)$$

La pression longitudinale serait pour la section située à une distance x du sommet

$$(25)\, T = \frac{p}{2f}(l^4 + 4f^2x^2)^{\frac{1}{2}} + P\left(\frac{25}{32}\cdot\frac{l}{f} - \frac{f}{28l} + \frac{2fx}{l^2} - \frac{25}{16}\cdot\frac{fx^2}{l^3}\right)$$

ou très approximativement, quand le rapport de $\frac{f}{l^2}$ est petit,

$$(26) \qquad T = \frac{pl^2}{2f} + \frac{25}{32}\,P\frac{l}{f}$$

235. Dans le § 233 la courbe parabolique se trou-

vant être précisément la courbe d'équilibre la pièc n'éprouvait pas d'autre compression que celle d signée par T et nous avons pu déterminer soit le poids ; soit les dimensions de la pièce par la relation (23) ma lorsque la figure de la pièce n'est pas celle qui, eû égar à la distribution de la charge, convient à l'équilibre comme dans le § 242, qui diffère du cas précédent § 23 en ce que nous avons ajouté le poids 2 P au sommet d la courbe parabolique, alors cette pièce tend à fléch sous l'action des poids dont elle est chargée ; certain fibres sont tendues, d'autres comprimées par suite d cette flexion et cet effet est entièrement indépendant d celui produit par la pression T donnée par l'égalité (26

En vertu de la pression T les fibres sont d'abord com primées, dans toute l'étendue de la section, d'une fractio de leur longueur, égal à :

$$\frac{T}{E}$$

pour l'unité d'aire, et à $\frac{T}{E\,ab}$ pour une aire de sectio égale à ab.

Il faut ajouter à cet effet celui dû à la flexion produi par le poids 2 P suspendu au sommet.

Le calcul indique que l'accourcissement dû à la flexio produite par le poids est égale à

$$0{,}607\,\frac{P\,l}{E\,ab^2}$$

La compression ou le plus grand accourcissement de fibres les plus comprimées sera donc dans ce cas

$$\frac{T}{E\,ab}+\frac{0{,}607\,P\,l}{E\,ab^2}$$

Si l'on veut que cet accourcissement ne soit pas plu grand que celui que produirait le poids R' sur l'unite su-perficielle, et qui est exprimé par $\frac{R'}{E}$, on n'a qu'à po- 'égalité :

$$(27) \qquad \frac{R'}{E} = \frac{T}{Eab} + 0,607 . \frac{P\,b}{Eab^2}$$

Les expressions 25 ou 26 donneront la valeur de T ; en ubstituant on aura soit le poids total 2P + 2pl, soit les limensions.

Les sections transversales de la courbe dans lesquelles a ieu la plus grande flexion sont situées symétriquement de chaque côté de l'axe et à une distance horizontale du sommet égale à 0,64 l.

Pour toute autre section transversale que le rectangle on aurait :

$$(27 \; bis) \qquad \frac{R'}{E} = \frac{T}{E\,A} + \frac{81}{800} \cdot \frac{Pl\,R}{G\,E}$$

A étant l'aire de la section, G sa résistance à la rupture, R = 10 R'.

Pour une pièce courbe composée, A représentera l'aire de la section et on mettra à la place de G, la résistance qui se rapporte à cette section.

236. Supposons maintenant qu'au lieu d'être placé au sommet, le poids 2 P soit suspendu au point N, (*fig.* 20), situé à une distance c du sommet.

Dans ce cas les pressions verticales sur les points d'appui M et M' sont respectivement égales à

$$(28) \qquad pl + \frac{P\,(l+c)}{l} \text{ et } pl + \frac{P\,(l-c)}{l}$$

La pression horizontale sur chacun de ces points est égale, elle est représentée par

$$(29) \qquad Q = \frac{pl^2}{2f} + \frac{5}{32} P \frac{5l^4 - 6l^2c^2 + c^4}{l^3\,f}$$

Enfin la pression que supporte une section de la portion de courbe N M, située à une distance horizontale x du point N de suspension, sera donnée par

$$(30) \quad T = \frac{pl^2}{2f} + P \frac{2f(l+c)\,(c+x)}{l^3} + \frac{5}{32} P . \frac{5l^6 - 6l^3c^3 + lc^4}{l^4\,f}$$

pour la portion de la courbe N M′, la pression T donnée par l'expression (30) en y changeant le de c.

Dans cette position, de même que lorsqu'il est pl sommet, le poids 2 P, produit une flexion et par sui compression de certaines fibres, qui s'ajoute à celle d présentée par T ci-dessus. Cette action du poids vari tensité lorsqu'on change le point de suspension ; e la plus grande possible lorsque le poids est placé distance du sommet à peu-près égale aux deux cinq de la demie ouverture, ou à 0,4 l. Alors le maxim la compression due à la flexion produite par le p lieu dans une section transversale qui, pour la port courbe, à droite du point N, vers N M se trouvera distance horizontale du point N donnée par l'expr

$$x = \frac{16\,(l+c)\,l^4}{5(5l^4-6l^2c^2+c^4)} - c$$

et pour la portion de courbe à gauche du point N NM′, cette section se trouverait à une distance ho tale du point N, donnée aussi par l'expression dente, mais en y changeant le signe de c, c'est- que cette distance serait :

$$x' = \frac{16\,(l-c)\,l^4}{5\,(5l^4-6l^2c^2+c^4)} + c$$

Si l'on calcule x en fesant, ainsi que nous l'avo $c=0,4l$ on trouve $x=0,716$ environ, ce qui annon la section transversale où devrait avoir lieu la plus compression est à une distance du sommet égale (0 0,71) l, c'est-à-dire à droite du point d'appui M, il suit que la section où a lieu la plus grande flex se trouve pas du même côté du sommet que le po suspension.

Si l'on calcule x' on trouve $x=0,872\,l$ ce qui ap que la section cherchée est à gauche du point N distance 0,872 l de ce point, on a 0,472 l du somm

L'accourcissement des fibres, dans cette section très-peu près représenté par :

$$1{,}062 \frac{Pl}{Eab^2}$$

pour une section transversale rectangulaire.

Cette expression comparée à celle que nous avons trouvée pour le cas ou le poids est placé au sommet fait voir que, lorsqu'au contraire le point de suspension est à une distance égale à 0,4 l du sommet la pièce est plus fortement sollicitée à fléchir dans le rapport de 7 à 4.

La compression totale des fibres les plus comprimées sera, dans ce cas, en fesant le même raisonnement qu'au § 243 :

$$\frac{T}{E\,ab} + 1{,}062 \frac{P}{E\,ab^2}$$

et, pour que cette compression ne dépasse pas la limite $\frac{R'}{E}$, on posera :

$$(31) \qquad \frac{R'}{E} = \frac{T}{E\,ab} + 1{,}062 \frac{Pl}{E\,ab^2}$$

dans cette expression on remplacera T par la valeur n.° 30 après y avoir mis — 0,4 l à la place de c, et $x = 0{,}872\,l$ à la place de x, ce qui donne :

$$(32) \quad R' = \frac{pl^2}{2fab} + \frac{P}{ab}\left(\frac{0{,}564\,f}{l} + 0{,}635\frac{l}{f}\right) + \frac{1{,}062\,Pl}{ab^2}$$

pour la relation entre les poids pl, 2P et les dimensions de la pièce.

Si la section transversale était une de celles indiquées au tableau du n.° 74 on aurait :

$$(31 \text{ bis}) \quad \frac{R'}{E} = \frac{T}{EA} + 0{,}177 \frac{Pl}{E} \cdot \frac{R}{G}$$

A est l'aire de la section, G sa résistance à la rupture.

Lorsque les arcs sont formés de plusieurs cours de pièces courbes en bois, on admet que la pression longitudinale T est également répartie sur la somme des aires

des sections de chaque cours. A dans l'expression qui précède représente alors cette somme.

Il en serait de même pour un arc double formé de deux cours espacés et maintenus par des croix de Saint-André, dans le système indiqué *fig* 35.

Quant à la valeur de G on la calculera dans les différents cas, d'après les observations faites au n.° 238 et suivants.

237. Nous avons indiqué, dans les paragraphes précédents, comment on calcule le poids dont on peut charger avec sécurité une pièce prismatique droite ou courbe, soutenue de diverses manières; dans un système de charpente les pièces peuvent affecter diverses figures, et ces pièces sont de plus assujetties entre elles, nous avons donc à nous occuper à présent de la figure la plus convenable à donner aux pièces dans les constructions pour qu'elles résistent plus efficacement aux efforts qui tendent à les rompre et de la résistance des systèmes de charpente formées de plusieurs pièces assujetties entre elles.

238. 1.° *De la section transversale*. Les expressions de la résistance à la rupture des diverses sections transversales, considérées § 74, font voir qu'il est possible d'augmenter la résistance d'une pièce sans changer le cube de matière employé. Ainsi par exemple la section rectangulaire pleine comparée à la section d'un tuyau rectangulaire, (*fig*. 42), ou à celle d'un double T, (*fig*. 43), fait voir que si l'on veut qu'une poutre pleine ait même résistance : $\frac{R\ ab^3 - a'\ b'^3}{6\ b'}$, voir § 74 , qu'un tuyau , et même aire de section : $ab - a'b'$ il faut lui donner une largeur égale à $\frac{(ab - a'\ b')^2\ b}{(ab - a'\ b')\ b'}$, et une hauteur égale à $\frac{a\ b^2 - a'\ b'^3}{(ab - a'\ b')\ b}$, d'où il suit une stabilité beaucoup moindre

s le sens horizontal ou bien encore, en supposant,

ans le tuyau rectangulaire $b' = \frac{b}{\sqrt{2}}$ et $a' = \frac{a}{\sqrt{2}}$

a résistance est représentée par $R\frac{ab^2}{6}\left(1 - \frac{1}{4}\right)$,

elle de la poutre pleine serait $R\frac{ab^2}{6}$, or on a dimi-

ué la moitié du cube, $a'b' = \frac{ab}{2}$, dans le premier

as, et la résistance ne se trouve diminuée que de 1/4.

Il ne faut pas confondre la résistance à la rupture avec a résistance à la flexion, telle section transversale peut ffrir une résistance à la flexion égale dans tous les sens, andis que la résistance à la rupture varie suivant la irection de l'effort qui tend à la produire ; l'examen des aleurs de F et de G dans le tableau n.° 74 indique quelles ont les sections qui ont même résistance à la flexion u à la rupture dans tous les sens.

Lorsqu'une pièce est chargée debout et que l'effort s'exerce dans le sens de l'axe, on doit adopter un cylindre u un quarré ou bien une des figures symétriques 43, 44, 45 ; mais si l'effort, au lieu d'agir dans le sens de l'axe, se eporte sur l'une des faces, on rend cette face plus résisante au moyen d'une ou de de u nervures, ainsi que le ont voir les figures 46 et 47.

2.° De la Section Longitudinale.

239. Nous avons vu que les pièces horizontales ou inclinées tendaient à rompre plutôt en un certain point de leur longueur qu'en tout autre. Il en résulte évidemment que si une pièce prismatique est assez forte pour résister en ce point, elle a un excès de force en tout autre, et contient par suite une certaine quantité de matière inutile. On peut donner à la section longitudinale une figure telle que la pièce soit partout également résistante, on obtient alors ce qu'on nomme les solides d'égale résistance.

En considérant l'expression de la résistance à la rupture d'une pièce encastrée à une extrémité, terminée latéralement par deux plans verticaux parallèles, et en des-

241. Enfin quand le solide est chargé seul...
propre poids, la face inférieure doit être t...
une parabole dont l'axe et BC (*fig.* 50).

242. Pour un solide placé horizontaleme...
appuis et chargé en A d'un poids 2 P la fa...
doit être taillée suivant deux portions de pa...
BB′ est l'axe commun (*fig.* 51).

243. Quand le solide posé horizontalem...
appuis est chargé de poids distribués unifo...
sa longueur, la face supérieure est termin...
plans (*fig.* 52).

244. Quand le solide posé horizontaleme...
ment chargé de son propre poids, la face su...
être taillée suivant deux portions égales de ...
53).

245. Pour un solide placé verticalement e...
poids sur l'extrémité supérieure, en admetta...
les sections transversales soient des cercles...
que le diamètre de ces cercles diminue du m...
trémités qui sont des pointes (*fig.* 54). Dans...
il faudrait toutefois prendre pour les extrémi...
faces telles qu'elles ne puissent s'écraser.

246. Dans toutes les figures d'égale résista...
cèdent, on détermine la dimension CM, co...

ues, s'appelle *poutre composée*. La résistance d'une tre de cette espèce dépend de la manière dont les érents cours sont assujettis les uns aux autres.

i le système (*fig.* 31) est composé de plusieurs cours ongueur et d'épaisseur égales. Consistant chacun en une tre simple, posés et maintenus en contact les uns sur les es, ou les uns à côté des autres, par des brides qui ne posent pas au glissement les unes sur les autres faces en contact. La résistance de ce système sera le à la somme des résistances que chacun des cours au- séparément. S'il y a n cours d'équarrissage égal et même longueur, on multipliera par n la valeur de G née au n.° 74 ; ainsi pour une poutre de n cours rec- gulaires, la résistance sera :

$$n \frac{R\, ab^2}{6}$$

n ne tient pas compte du frottement des faces en con- t pendant la flexion, cela tend à augmenter un peu résistance du système, mais seulement lorsque les rs sont placés les uns *au-dessus* des autres, car il n'y a tendance au glissement lorsqu'ils sont posés les uns té des autres.

orsque chaque cours, (*fig.* 32) est composé de plu- urs parties dans le sens de la longueur, mises bout à it, la résistance de toutes les sections transversales st pas la même, celle de la section qui se trouve à idroit même du joint des pièces d'un cours est diminuée la résistance de ce cours. Si l'on a eu soin d'alterner joints de manière qu'il ne puisse s'en trouver deux s la même section transversale, la plus petite résis- ice du système sera égale à la somme des résistances des irs superposés ou juxtaposés, moins un.

Si l'on remarque de plus que la rupture tend à se faire itôt en certains points déterminés qu'en d'autres, et si n a soin de disposer ces points de manière qu'il ne s'en uve pas aux points de rupture, et qu'aux endroits où se trouvent la puissance de rupture de l'effort à sup- rter soit diminuée précisément dans le même rapport e la résistance de la section, on pourra regarder la ré- tance du système comme égale à la somme des résis- ices des cours superposés; celà résulte de la variation

32*

cités à la flexion : ou encore, au lieu d
les solives de chaque cours peuvent être
s'adaptant les uns aux autres (*fig.* 34),
la même manière à toute tendance a
poutre de cette construction, quand
avec des liens et des écrous en fer,
forte que si elle était d'une seule pièce;
pour une solive d'une seule pièce pourr
pour estimer sa résistance à un effort t
à produire la flexion ou la rupture.

249. Dans les systèmes de charpente
cours de poutres, (*fig.* 35), rendus
croix de St-André et des montants,
compte de la résistance que peuvent of
gonales et verticales, on estime la résis
comme pour une section transversale
double T, (*fig.* 43), en fesant l'épai
zéro, ce qui revient à faire $a = a'$ da
donnée par le tableau n.° 74, pour la f

Le cours supérieur étant soumis à la
le système (*fig.* 35), il suffit que les p
posent soient mises et maintenues bo
inférieur étant soumis à l'extension, il
soient attachées les unes aux autres p

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus. par divers auteurs.		OBSERVATIONS.
Transport à pied-d'œuvre d'un mètre cube de charpente.			La main-d'œuvre des travaux de charpente comprend : 1.° Le tracé de l'épure ; 2.° Le débit des bois ; 3.° La mise sur ligne ou l'établissement : 4.° La taille des bois, leur assemblage, désassemblage et rangement sur le chantier ; 5.° Le transport à pied-d'œuvre ou bardage ; 6.° La mise en place ou levage.
Chargement et déchargement dans un diable par un atelier de 9 manœuvres et un contre-maître . . .	h 03.35		
Temps pour parcourir 100m . . .	0.06		
Le chargement seul, d'après d'autres expériences		0.20	
Le déchargement		0.45	
Le chargement et le déchargement dans une charrette, par un atelier de 1 bardeur et 3 manœuvres. .	0.50		
Chargement et déchargement dans une petite barque par le même atelier	2.00		

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Façon d'un tenon de 0.30 sur 0.20 et 0.10 ; au plus	2.40 } 1.82	
Au moins	1·25 }	
Façon d'une mortaise ;		
Au plus.	2.00 } à	
Au moins	1.00 } 1.50	
Façon d'une entaille de moise, à la rencontre des formes, etc.;		
Au moins	0.50 } 1.00	
Au plus.	1.50 }	
Façon d'un mètre carré de joints d'about de sommiers, chapeaux, moises	10.50	
Assemblage à embrèvement . . .	5.00	

	par divers Auteurs.		
Percement d'un mètre de trous de boulons avec emploi			
Sciage d'un mètre carré de surface sur trétaux, compris levage et pose, par 2 scieurs de long . .	1.20	1.40	Pour le bois de chêne.
Mètre carré de trait de scie ;			
Gros bois de charpente :			
Chêne	1.45		
Petit bois :			
Chêne , ...	1.56		
Orme	1.52		
Sciage d'un mètre carré :			
— d'entes, de pieux et de poteaux.	8.20		
Atelier de deux scieurs :			
— d'abouts de pièces . . .		5.00	
— de pieux de niveau avec des scies à la main.		40.50	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
—de palplanches de niveau avec des scies à la main.	12.50	
Façon d'un pieu, 1 charpentier. .	1	
Id. et pose du sabot non encastré .	1.25	
Pose et démolition d'un mètre cube de bois carré pour chapeaux d'échafauds ;		
Un charpentier	15	
Un manœuvre.	2	
Façon d'un mètre cube de même bois, avec tenons et mortaises ;		
Un charpentier	28 40 34	
Un manœuvre.	3	
Démolition et rangement :		
— d'un mètre de bois carré pour chapeaux d'échafauds :		

INDICATION DES TRAVAUX.	par divers Auteurs.	OBSERVATIONS
— d'un mètre cube de bois carré pour chapeaux d'échafauds, sans tenon ni mortaise, mais avec cheville de fer ;		
Un charpentier	1.24	
Un manœuvre	1.24	
Façon d'un mètre cube de liernes boulonnées avec les pieux pour batardeaux ;		
Un charpentier	59	Trous de boulons, joints d'about et pose.
Démolition et rangement d'un mètre de liernes boulonnées avec les pieux pour batardeaux ;		
Un charpentier et un manœuvre.	3.90	
Façon d'un mètre cube d'entretoises boulonnées avec les pieux pour maintenir l'écartement ;		
Un charpentier	41	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Démolition et rangement d'un mètre des mêmes ;		
Un charpentier	3.12	
Un manœuvre	3.91	
Façon d'un mètre d'entretoises clouées avec les pieux ;		
Un charpentier	14	
Démolition et rangement d'un mètre d'entretoises clouées avec les pieux;		
Un charpentier	7.33	
Un manœuvre	6.67	
Palplanche de batardeau ; façon et		

Assemblage par panneaux d'un mètre de madriers de 0.25 sur 0.8 avec traverses espacées de 2 mèt., y compris pose et échevillage ;		
Un charpentier	13.13	
Démolition et rangement ;		
Un charpentier	5.50	
Un manœuvre.	7.50	
Pose et clouage d'un mètre carré de plat-bords ; un charpentier . .	0.48	
Démolition et rangement ;		
Un charpentier et un manœuvre .	0.24	
Pose d'un mètre de plat-bords sur un échafaud ; un charpentier . .	0.02	
Un manœuvre.	0.08	
Démolition : un charpentier . . .	0.02	
Un manœuvre.	0.08	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.		OBSERVATIONS.
Pose et démolition d'un mètre carré de planches de sapin clouées sur poteaux pour clôtures ;			
Un charpentier	0.50		
Un manœuvre	0.60		
Façon d'un pieu de fondation y compris pose du sabot non encastré ;			
Un charpentier	2.50	2.50	
Recepage d'un pieu ;			
Un charpentier	4.00		
Recepage d'un pieu à la hache et à découvert ;			
Un charpentier		4.44	

Mètre cube de chapeaux de fondations posés sur pieux, à tenons et mortaises ;		
Un charpentier	33	
Mètre cube de bois carrés non refaits posés sur pieux, à tenon et mortaise, assemblés aux extrémités par ambrèvement avec les chapeaux ;		
Un charpentier	44	
Un mètre de ventrières entaillées et boulonnées ;		
Un charpentier	27	
Pose d'un mètre de chapeaux fixés sur les pieux par des chevilles ;		
Un charpentier	5.60	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Pose d'un mètre de chapeaux fixés de même sur les pieux, mais sous l'eau ;		
Un charpentier	10.40	
Un mètre de poutre de plancher avec sous-poutres et contre-fiches ;		
Un charpentier	41.2	
Pose et assujettissement d'un mètre de bois de sciage pour madriers ;		
Un charpentier	9.00	
Façon, pose du sabot, mise en chassis d'une palplanche de 0,10 d'épaisseur et de 0,25 de largeur, 4 mètres de longueur ;		

	par divers Auteurs.	
Affutage, dressage à joints carrés .	1.00	
Id. id. à rainures et languettes.	4.00	
Mise en chassis	0.20	
Battage ; un charpentier, un renard, cinq manœuvres, sonnette à déclic	3.00	
Taille, assemblage en chantier d'un mètre de bois non refaits pour cintres, ponts provisoires, au-dessus de 0,25 d'équarrissage ;		Le temps employé dépend de la nature du sol dans lequel on bat les palplanches, On ne peut considérer ces expériences que comme donnant une idée de la main-d'œuvre exigée.
Un charpentier	45	
Au-desous de 0,25 d'équarrissage .	25	
Un mètre de bois refaits pour ponts et arcades, au-dessus de 0,25 d'équarrissage	40	
Au-dessous de 0,25 d'équarrissage .	50	

INDICATION DES TRAVAUX.	Résultats obtenus par divers Auteurs.	OBSERVATIONS.
Un mètre de bois arrondis entaillés sur la longueur, avec feuillures, au-dessus de 0,25 d'équarrissage .	60.00	
Au-dessous de 0,25 d'équarrissage .	70	
Un mètre de bois pour la charpente des grandes machines, grues, chèvres, sonnettes.	90	
Un mètre de bois pour la charpente des petites machines, cabestans, treuils	1.50	
Lanière de treuil ; un charpentier .	1.15	
Vis d'Archimède de 5,84 de long, 0,60 de diamètre extérieur. . .	2.63	
Mètre courant de leviers pour cabes-[illegible]	[illegible]	

	par divers Auteurs.	
Pour cintres de 0,20 d'équarrissage ; Un charpentier	7.04	
Préparation et pose d'un mètre de bois pour pièces de pont . . .	38.00	
Levage, un mètre cube fait à la main pour les charpentes en redans ; Un charpentier	25.00	
Levage par parties assemblées . .	15.00	
Levage au mètre cube de grandes parties assemblées, mues par des machines ; un charpentier et deux manœuvres	5.00	
Mètre cube pour décintrement de voûtes ou démolition de ponts provisoires ; un charpentier et deux manœuvres	2.00	

244. Après avoir donné le temps nécessaire à espèces d'ouvrages de charpente, nous allons in manière d'établir les prix qui doivent servir à l'é des projets. — Les prix élémentaires sont ceux des départemens du Nord, mais il sera facile de tuer ceux de la localité à laquelle on voudra les ap Le but est d'indiquer le cadre à suivre pour ét sous-détails.

N.° 1. Bois de Chêne de première qualité équarrissage.

Bois de chêne à vive arète pour poutre de pont, etc., de 0,30 à 0,40 d'équarrissage, jusqu'à 15 mètres de longueur, le mètre cube vaut, y compris déchet . . . .

N.° 2. Bois de Chêne de moyennes dimensions.

Le mètre cube de bois de chêne à vive arète, au-dessous de 0,30 d'équarrissage ; jusqu'à 10 mètres exclusivement de longueur, vaut, y compris déchet . . . .

N.° 3. Bois de Chêne, non à vives arètes.

Jusqu'à 0,25 d'équarrissage, pour longrines, pieux etc., y compris déchet, vaut. . . . .

N.° 4. Madriers de Chêne de différentes épaisseurs et de 0,25 à 0,30 de largeur.

Sous-Détail pour un mètre cube de

ers de six centimètres d'épais-

Un mètre cube de bois à vives arètes	130.00	
Déchet pour trait de scie, à raison de 0,004 d'épaisseur, 0,30 de largeur et 41,60 de longueur, ci 0m, 05 cubes de bois qui à 130 fr. valent.	6.50	
41,60 mètres courants de sciage à 0.25 l'un	10.40	
Prix du mètre cube	146.90	146.90

; *Sous-détail pour un mètre cube de madriers, à 008 d'épaisseur.*

Un mètre de bois de chêne à 130, ci.	130.00	
Déchet pour trait de scie, à raison de 0,004 d'épaisseur, 0,30 de largeur et 27,76 de longueur, un cube de 0,033 à 130 fr. ci.	4.29	
27.76 mètres courants de sciage à 0,25 l'un	6.94	
Prix du mètre cube	141.23	141.23

. *Sous-détail pour un mètre cube de madriers de 0,10 d'épaisseur.*

re de bois de chêne, ci	130.00
A reporter	130.00

Report . . .	130.00	
Déchet pour trait de scie, 0,027 cubes à 130, ci	3.00	
22,m mètres courants de trait de scie à 0,25, ci	5.50	
PRIX du mètre cube . . .	138.50	138.[illegible]

NOTA. On peut régler de la même manière le prix des madriers de toute épaisseur.

N.° 7. Le mètre cube de feuillets de chêne de 0,027 d'épaisseur, 0,22 de largeur, reviendra à.	160.[illegible]
N.° 8. Bois de hêtre non avivé, le mètre cube vaudra . . .	65
N.° 9. Bois de hêtre a vives arètes de toute longueur, jusqu'à 0,40 d'équarrisage	75
N.° 10 Madriers de hêtre de différentes épaisseurs	

Sous-détail pour un mètre cube de madriers de hêtre de 0,10 d'épaisseur.

1.° Un mètre de bois de hêtre à vives arètes.	75.00	
2.° Déchet pour trait de scie, 0,027 de bois à 75 fr., ci. .		2.[illegible]
3.° Vingt mètres courants de sciage à 8,25	5.00	
PRIX du mètre cube . . .	82.03	82.[illegible]

1. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de madriers de hêtre de* 0,08 *d'épaisseur.*

1.° Un mètre de bois de hêtre équarri	75.00	
2.° Déchet, 0,033.	2.47	
3.° 27,76 mètres courans de sciage à 0,25, ci	6.94	
Prix du mètre cube	84.41	84 41

12. *Bois de sapin de moyennes dimensions.*

mètre de pièces de 0,26 à 0,30 d'équarrissage de toute longueur . . .	90.00
13. Planches de sapin de 0,27 d'épaisseur, le mètre carré reviendra à	2.80
14. Bois blanc; le mètre cube de bois blanc, tel que peuplier et aulnois vaut, à vives arètes	40.00
Le mètre cube de même bois non arrivé	35.00

15. *Planches de Bois blanc.*

1.° Un mètre de bois blanc à vives arètes	40.00	
2.° 0,27 de déchet pour 272 mètres courans de traits de scie de 0,25 de largeur et 0,004 d'épaisseur.	10.80	
3.° 272 mètres courans de sciage, à 0,15 l'un, ci	40.80	
Prix du mètre cube de feuillets *de 0,017 d'épaisseur* . . .	91.60	91.60

Ce qui fera revenir le mètre carré de feuillets de bois blanc, à . . . .

Le mètre carré de planches de 0,27 d'épaisseur. reviendra à . . . .

N.° 16. Piquets pour clayonnage

Le cent de piquets de charme, de chêne ou de frène de 1,30 de longueur et 0,06 de diamètre . . . . 3(

Le cent de piquets de même bois, de 1,60 de longueur et 0,07 de diamètre 40

Le cent de piquets de 3^m de longueur et 0,10 de diamètre. 80

PRIX COMPOSÉS ET SOUS-DÉTAIL DES OUVRAGES DIV

N.° 17. Sous-détail du prix d'un mètre cube de bo chêne de première qualité et de grande di sions.

Un mètre de bois, n.° 1, ci . . .	180.00	
Taille, assemblage; huit journées de charpentier, à 2,50.	20.00	
Pose et levage.	6.00	
outils et faux frais. . .	2.00	
PRIX du mètre cube	208.00	208.

N.° 18. Sous-détail d'un mètre cube de bois de chêne de moyennes dimensions pour ponts, garde-corps, etc.

Un mètre cube de bois, n.° 2, ci .	130.00
A reporter	130.00

Report	130.00	
lle, assemblage et pose ; 10 journées de charpentier à 2,50 . . .	25.00	
x frais et équipage	2.50	
Prix du mètre cube	157.50	157.50

19. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de bois non avivé, pour pieux et tirans de retenue*

mètre de bois de chêne	90.00	
n-d'œuvre ; cinq journées de charentier, à 2,50	12.50	
ils et faux frais	1.50	
Prix du mètre cube	104.00	104.00

20. *Sous-détail du prix du mètre cube de bordure en chêne de 0,06 d'épaisseur pour revêtement de culées en charpente, etc.*

mètre de bois à 146,90	146.90	
het, 1/20.	7.34	
n-d'œuvre ; six journées de charentier à 2.50.	15.00	
ils et faux frais	1.50	
Prix du mètre cube.	170.74	170.74

21. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de même bordaye en madriers de 0,08 d'épaisseur.*

mètre de bois	141.22	
A reporter. . . .	141.22	

Report	141.22
Déchet [illegible]/20.	7.06
Main-d'[illegible]vre ; cinq journées de char-penti[illegible], à 2,50	12.50
Ou[illegible]aux frais	1.00
[illegible]x du mètre cube.	161.79

N.° [illegible] *Sous-détail d'un mètre cube de même bordage en ma-[illegible] l'épaisseur.*

Un mètr[illegible], ci . . .	139.06
Déchet 1[illegible]	6.95
Façon ; [illegible]rpentier .	10.00
Ou[illegible]	1.00
Prix du [illegible] cube	157.01

N.° 23. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de bois de hêtre équarri, pour chapeaux, moises ; etc.*

Un mètre de bois	75.00
Main-d'œuvre pour assemblage et pose, 4 journées de charpentier, à 2,50 .	10.00
Outils et faux frais	1.00
Prix du mètre cube	86.00

N.° 24. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de bois de hêtre non avivé, pour pieux, tirans, etc.*

Un mètre de bois.	65.00
A reporter	65.00

Report . . . 75 16

n-d'œuvre, y compris affûtage et cepage 4.00

ils et faux frais 1.00

Prix du mètre cube . . . . 79.16 | 79.16

25. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de madriers de hêtre de 0.10 d'épaisseur, pour palplanches et plate-forme.*

mètre de madriers de hêtre . . . 82.00

het 1/10 . . . . 8.20

n-d'œuvre ; six journées de charpentier 15.00

Prix du mètre cube . . . . 105.20 | 105.20

26. *Détails des prix pour le battage à la sonnet des pieux et palplanches.*

battage à la sonnette d'un pieu de 0.20 à 0.24 centimètres d'équarrissage, enfoui dans un sol tourbeux et sablonneux, est évalué, pour une fiche de 3.50, à 6.60

pour chaque mètre en sus . . . 1.50

27. *Pilot de 0,30 d'équarrissage prenant 3 mètres de fiche dans une terre argileuse mêlée de cailloux et craon.*

e sonnette à tiraude, portant un *mouton du poids de* 250 kilogram-

mes, manœuvrée par 18 hommes, payés 1,50 par jour, et un charpentier arrimeur, payé 3 fr., battra 4 pilots par jour, ce qui donne pour le battage de chaque pilot . . .	7.50	
Frais de sonnette, échaffaudage et conduite	0.75	
Prix du battage d'un pilot . .	8.25	8.2

N.° 28. Pilot de 0,20 d'équarrissage et au-dessous, prenant trois mètres de fiche, pour former l'enceinte des batardeaux.

Une sonnette manœuvrée comme ci-dessus, battra six pilots par jour, ce qui fait revenir le battage à . . .	5.00	
Frais de sonnette, échafauds et conduite	0.50	
Prix du battage d'un pilot . .	5.50	5.5

N.° 29. Sous-détail du prix du battage d'un mètre courant de palplanches, prenant moyennement deux mètres de fiche.

Une sonnette, manœuvrée comme précédemment, battra quatre mètres courans de palplanches, ce qui fera revenir le mètre à	7.50	
Frais de sonnette, échafauds et conduite	1.00	
Prix du mètre courant de palplanches	8.50	8.5

. *Sous-détail du prix d'un mètre cube de bois de sapin pour étais, échafauds, etc.*

tre de bois de sapin	70.00	
'œuvre; quatre journées de charier, à 2,50.	10.00	
et faux frais	2.00	
Prix du mètre cube	82.00	82.00

. *Sous-détail du prix d'un mètre courant de piquets clayonnés sur 0,35 de hauteur.*

iquets à 40 fr. le cent . . .	0.80	
:inq verges à 1,25 la botte de 25	1.25	
e des piquets.	0.02	
: des piquets et main-d'œuvre de)nnage, y compris façon et piage des remblais	0.25	
Prix du mètre courant . . .	2.32	2.32

. *Sous-détail d'un mètre courant de piquets clayonnés avec remplissage de cailloux siliceux.*

tures des verges et piquets comme rticle précédent	1.50	
. . . .	0.25	
de cailloux siliceux, à 3,50 le e	0.35	
:he, emploi des cailloux, garige des vides en terre argileuse.	0.25	
Prix du mètre courant . . .	2.35	2.35

N. 33. Sous-détail du prix du calfatage à deux étoupes d'un mètre carré de bordages en chêne de 0,06 d'épaisseur.

Le garnissage en étoupes de 3m courans de joints consommera 1 k 50 d'étoupes à 0,50 l'un	0.75	
0. k 12 décagrammes de brai à 0,80 le kilogramme	0.10	
Main-d'œuvre, 1h. 67 d'ouvrier calfat, à 0 fr. 30 l'heure.	0.50	
Outils et faux frais	0.96	
Prix du mètre carré	2.31	2.3

N.° 33. Sous-détail du prix de démolition et rentrée en magasin d'un mètre cube de bois provenant de batardeaux, etc.

Démolition ; une journée de charpentier	2.00	
Transport et rangement en magasin ; une journée de manœnvre	1.60	
Prix du mètre cube	3.60	3.

N.° 35. Sous-détail du prix d'un mètre carré de plancher, cloisons ou portes en planches de bois blanc de 0,027 d'épaisseur, assemblées à rainures et languettes et blanchies sur les faces extérieures.

1,00 mètre carré de planches de bois blanc	1.95	
A reporter	1.95	1.9

Report	1.95	
1/10	0.20	
œuvre et pose ; trois heures de isier à raison de 0,30 l'heure .	0.90	
:lous	0.21	
'rix du mètre carré. . . .	3.26	3.26

FER, CUIVRE, PLOMB.

Gros fer non limés, pour crampons, ancres, etc.

ramme, compris pose . . .	1.00

Fer forgé pour sabots de pieux, étriers, frette, etc.

'ramme, pose comprise . .	1.20

Fers ajustés à la lime pour boulons à vis et écrous, équerres, pentures, chaînes de chapelets, ferrures de portes et ponts.

ramme, pose comprise . .	1.40

Clous et broches.

dinaires, le kilogramme . .	1.40
attes de 1,000 au kilogramme; gramme.	1.50
ırdoises de 1,000 à 1,200 au ; le kilogramme	2.00

Clous sans tête depuis 60 jusqu'à 140 au kilog., le kilogramme . . .	1.10
Clous d'épingle, depuis 200 jusqu'à 1200 au kilog., le kilogramme . .	2.10
Broches et chevillettes, depuis huit jusqu'à trente centimètres de longueur, le kilogramme	1.50

N.° 40 *Fonte de fer douce, pour crapaudines, etc., y compris pose, frais de modèle et d'ajouter.*

Le kilogramme	0.85
Fonte commune, le kilogramme . .	0.60

N.° 41. Acier fin.

Le kilogramme . . . .

N.° 42. Fonte de cuivre, pour colliers et crapaudines, y compris frais de modèle.

Le kilogramme , ...	4.50
Cuivre rouge fondu et taraudé, le kilogramme	5.00

N.° 43. Plomb pour scellements.

Le kilogramme, y compris emploi .	1.20

N.° 44. Souffre pour scellements.

Le kilogramme	1.60

5. *Peinture.*

›tre carré, en couleur jaune ou
ge :

Pour deux couches	. . .	0.40
Et pour les autres	. . . .	0.17

›tre carré de peinture au goudron
›âté de rouge :

Pour deux couches	. . .	0.60
Pour les suivantes	. . . .	0.21

ètre carré de peinture en noir
oire pour les ferrures :

Pour deux couches	. . .	0.75

ıs tout ce qui précède nous n'avons parlé que des
droits, c'est-à-dire de ceux dont l'axe est perpen-
ire à la direction de la route. Ayant eu occasion de
ı ouvrage anglais entièrement pratique sur les ponts
ıes nous avons cru qu'il serait intéressant d'en don-
i une traduction. Les procédés de construction in-
› dans cet ouvrage sont à la portée de toutes les per-
› qui ont les premières notions d'algèbre et de
›trie descriptive. Ils sont d'une grande simplicité
la pratique. L'appareil héliçoïdal adopté par l'au-
été employé dans les ponts obliques des chemins
Anglais et Belges, il a donc pour lui la sanction de
›rience.

INTRODUCTION.



ESSAI PRATIQUE

ET THÉORIQUE

SUR LA

[CON]STRUCTION DES PONTS OBLIQUES.

[P]AR GEORGES-WATSON BUCK. (*)

INTRODUCTION.

[...]i suivant a été écrit pour accéder aux désirs de [...] amis qui savaient que, pendant l'exécution de la [...] chemin de fer de Londres à Birmingham, com[...]tre Londres et Tring, qui était confiée aux soins [...]ts de l'auteur comme ingénieur résident, il avait [...]e occasion d'étudier ce sujet important. C'est une

(*) [...]iblication de cet ouvrage a été annoncé il y a environ trois [...]ressait l'auteur à cette époque de le faire paraître, il n'en [...]ant rien, parce que l'expérience acquise lors de la construc[tion de plu]sieurs ponts augmentait tous les jours ses connaissances [...]t. Depuis cette époque, ce traité a été entièrement revu, [...]a inséré les résultats de l'expérience et des études subsé[quentes ...] l'auteur aurait regretté qu'il parût plus tôt.

ration l'auteur n'hésitera point à faire
exposés dans cet ouvrage, sans se cro
peler ultérieurement ; nous ferons ren
notre traité n'a réellement de com
Nicholson qu'une petite partie des p
chapitres.

L'auteur a cru devoir entrer dans le
de construction, quelques personne
ces développements inutiles ; cepend
les constructeurs apprécieront les r
ments sur un sujet que l'on regarde g
difficile.

On ne connait point l'époque où l
obliques furent construites, on trou
gnements à cet égard dans le premier
tions de l'institution des ingénieu
contenus dans la relation des détails
pont en pierre, élevé sur la Doria
dans le Pô, auprès de Turin, par l
ingénieur et architecte du roi de Sard
renseignements ont été écrits et com
bano, nous en donnerons l'extrait sui

« Le régime de la rivière et la
oblique sur l'axe de la route prin
la ville étaient les premières difficult

d'exécuter d'une manière satisfaisante un ouvrage de e espèce de grandes dimensions. » *

et extrait et la note qui y est jointe établit deux faits: ord que les ponts obliques remontent à une époque reculée ; ensuite que récemment encore l'art n'était it assez avancé pour qu'un ingénieur osât se risquer à struire un pont oblique de grandes dimensions.

i c'était nécessaire, ce serait là une apologie suffisante 'auteur d'avoir osé essayer de jeter quelque lumière ce sujet. Un des points auxquels on s'est principale- t attaché a été de déterminer par le calcul les dimen- s de chaque partie d'un pont oblique ; on les obtient i d'une manière plus expéditive que par le dessin ; de ce mode conduit à des résultats parfaitement justes, is que le dessin n'est qu'une approximation.

our donner cette solution, on a nécessairement établi ques formules mathématiques; elles sont extrêmement les, et pour plus de clarté encore, on les a appliquées ux exemples, avec tous les détails que pourraient dé- r les personnes qui feront usage de ce petit traité. Il point été écrit pour l'ouvrier sans instruction; ce t ne peut pas être mis à sa portée, si on veut le er convenablement. Il est destiné aux ingénieurs et architectes en général, mais surtout à ceux qui sont rgés de la conduite des travaux publics et qui, jeunes ore, ne se plaindront pas qu'il contient trop d'appli- ons mathématiques.

l n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que les es que nous donnons ici ne sont point spéculatives, ce t celles que l'auteur a appliquées et applique encore s les jours avec succès dans la pratique.

G. W. BUCK.

ndres, 1839.

---

* Cet art paraît y avoir été connu vers 1530, ou Nicolo, appelé *Tribolo*, construisit un pont de ce genre sur la rivière Mugnoue rès de *Porta Sangallo* à Florence, sur la grande route de Bolo- (voyez Vasari, vol. 11, page 308, édition de Milan, 1811).

ESSAI

ATIQUE ET THÉORIQUE

LES PONTS OBLIQUES.

CHAPITRE I.er

trie descriptive applicable aux premiers principes.

; D, *fig.* 1, planche 3.e, le plan d'un demi-
ıt la base est représentée par A E B. Suppo·
ıgisse de décrire sur le plan A B C D, la ligne
nveloppe la surface demi-cylindrique sur la
D, mesurée parallèlement à l'axe.
; le demi-cercle A E B divisé en un certain
arties égales, 1, 2, 3, 4, 5, etc. et la ligne B D
en un même nombre de parties égales; si des
demi-cercle où mène une série de droites
l'axe, et, des divisions de la ligne B D, une
le droites perpendiculaires au même axe, les
; réciproques de ces lignes donneront autant
la projection de la spirale du cylindre sur le
D. Si l'on prend maintenant B F et D G égales
ement du demi-cercle A E B, et perpendicu-
, le parallélogramme B F G D, sera le déve-
ie la surface demi-cylindrique A B C D, et la
G sera celui de la spirale B. 1. 2. 3. 4. 5. 6.

n.o 1 donne la projection d'une ligne spirale
ın demi-cylindre. La figure n.o 2, va nous
rojection d'une surface spirale cylindrique.
lignes, dans les deux figures, sont indiquées
nes lettres. On suppose que la surface spirale

a une largeur N A ou B H, pour obtenir la projection de la spirale tracée sur le demi-cylindre de même longueur que précédemment, mais dont le diamètre est N H, il suffit de répéter la construction indiquée en l'article premier et la ligne courbe H *a b c d e f g h i* M sera la projection demandée, l'espace contenu entre les deux lignes spirales ainsi décrites est la projection de la surface spirale*.

Si maintenant on prend sur les lignes H I et L K, menées à angle droit sur H L, des longueurs égales au développement de la demi-circonférence N O H, le parallélogramme H I K L sera le développement de la surface demi-cylindrique N H L M et la diagonale H K celui de la ligne spirale H *a b c*... M.

Dans les figures précédentes, le parallélogramme B F G D est le développement de la surface droite cylindrique A B D C, et le parallélogramme H I K L est celui de la surface droite cylindrique N H L M; B D ou son égale H L est la longueur du cylindre nécessaire pour que l'hélice B G puisse faire un demi-tour complet, sous l'angle donné D B G; cette longueur B D sera appelée la longueur ou le *pas* de l'hélice, et la portion de l'hélice qui enveloppe les deux cylindres est une *spire*.

Connaissant la manière d'obtenir la projection d'une hélice enveloppant un cylindre; il est facile d'obtenir la projection de l'intrados d'une voûte divisée en zones hélécoïdales par un nombre quelconque d'hélices égales et semblables. On divisera la longueur B D en un certain nombre de parties égales, on prendra sur la figure 1, un modèle ou patron de la projection de l'hélice, au moyen d'un carton exactement découpé suivant la courbe, et on appliquera chaque extrémité de ce pistolet aux points B et C; puis, le faisant glisser parallèlement à lui-même, *fig.* 3, aux points B′, C′ et ainsi de suite, de manière à obtenir la projection de toutes les hélices tracées sur la surface de la voûte.

De même, si l'on veut avoir la projection des hélices tracées sur l'extrados, on prendra le patron de la projec-

* La génératrice de cette surface est une droite se mouvant sur les deux hélices comme directrices et restant toujours dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre. *(Note du Traducteur.)*

2, et l'on portera successivement ses deux
es sur les points H et M, H′ et M′, H″ M″
t l'on tracera une nouvelle série de courbes
olet, qui seront la projection de celles tra-
ados de la voûte, on les a omises dans cette
éviter la confusion des lignes.

maintenant faire connaître la manière d'ob-
ppement de la surface d'un cylindre coupé

que A C D H, *fig.* 4, représente une portion
ndre, dont le diamètre est A B, déterminée
s parallèles A C, H D, faisant avec l'axe un
C B; les lignes C D ou A H sont la lon-
rtion de cylindre à développer, et la surface
que A C D H est celle dont il s'agit d'ob-
ppement.
F perpendiculaire à B D et égale au déve-
la demi-circonférence A E B; divisions B A
quelconque de parties égales. B1, 1.2, 2.3,
son développement B F en un même nom-
égales B.1, 1. 2, 2. 3, 3. 4, etc..... Par les
sion de la demi-circonférence menons sur la
rique une série de lignes 1. *a*, 2. *b*, 3. *c*, 4.
les à l'axe et coupant la section A C aux
d...... Menons de même par les points de
veloppement B F, une série de lignes paral-
du cylindre; dans le développement de la
rique la série de lignes partant des divisions
rence viendra se rabattre sur ces dernières.
des points *a*, *b*, *c*, *d* nous tirons des lignes
es aux premières, les points *a*′, *b*′, *c*′, *d*′...
peront la deuxième série ci-dessus, appar-
éveloppement de la section dont A C est la
par les points ainsi obtenus, et qu'on peut
ant qu'on le désirera, on fait passer une
c′ *d*′....., elle représentera le développe-
ction A C.

e de voir que l'on obtiendrait de la même
veloppement de la section H D qui se trou-
nté par D G, courbe en tous points égale et
F, si C D est égal à A H. La surface C F G D

pement de la surface demi-cylindr [illegible]
r le parallélogramme A C D H.

maintenant que l'on se propose de c [illegible] onstruire une voûte
emi-circulaire, ou à plein cintre, sous [illegible] direction
ant A C ou D H et faisant avec la [illegible] amètre du
C D, A H, un angle A C B *fig.* 5. Le dia [illegible] us l'avons
t A B, nous prendrons B F, ainsi que no [illegible] onférence
égal au développement de la demi-circo [illegible] de l'indi-
et nous tracerons, comme nous venons [illegible] des sec-
s développements C F, D G et C F D G [illegible] ons main-
C, H D, et de la surface A C D H. Diviso [illegible] es égales,
C F et D G en un certain nombre de partie [illegible] artie cor-
3, 4, 5, etc., de telle sorte que chaque pa [illegible] en ayant
de à l'épaisseur d'une assise de pierre, [illegible] mbre im-
e choisir de préférence à la division par no [illegible] pour for-
de manière à avoir une assise au milieu [illegible] iculaire à
la clef. Menons une ligne C I perpend [illegible] un point
roite C F, elle rencontrera la ligne F G en [illegible] e dont le
l que E I sera le développement de l'héli [illegible] formera
nt C K, partant de la naissance de l'arche [illegible] ont tirés
première partie. Tous les autres joints se [illegible]
arallèlement à ce premier, par les points de di [illegible] ision 1,
, 3, 4,... et les lignes (C 4), (1, 5), (2, 6), (3, 7),... re-
présenteront les joints des assises entières, c'est-à-dire
occupant toute la longueur de la voûte ; les lignes (*a*, 3),
(*b*, 2). (*c*, 1),... représenteront les joints des portions
d'assises qui ne vont pas d'une tête à l'autre de la voûte,
et qui coupent la ligne de naissance C D. Tous les
lignes de ce dessin se rapportent à la surface intérieure
ou à l'intrados de la voûte. L'angle B F C = M C I se
nomme, techniquement parlant, l'angle hélicoïdal ou
l'angle de l'intrados, ce qui est la même chose que
l'angle que fait avec l'axe du cylindre le développement
des joints. C M est ce que nous avons appelé la hauteur
ou le pas de l'hélice des joints.

La description complète d'une arche oblique exige que
l'on connaisse aussi la direction des joints dans le dé-
veloppement de l'extrados. Il paraît généralement plus
difficile à comprendre, cependant, sans ce développe-
ment, la position des joints dans le plan de tête de
voûte ne peut être déterminée.

Soit L O N W, *fig.* 6, le développement de l'

·ruit d'après la méthode indiquée ci-dessus. On
ue la 1.re hélice de l'extrados, celle qui part
e la naissance, a son origine dans la même
roite que la 1.re hélice de l'intrados, c'est-à-
es deux hélices ont leur origine, celle de l'in-
n C, celle de l'extrados en P ; C P représen-
aisseur de la voûte. La longueur C M du pas de
le l'intrados devant être égale à la longueur P R
e l'hélice de l'extrados, et S O étant d'ailleurs
ur égale à la demi-circonférence S T U, P Q
développement de l'hélice extradossale, ainsi
déjà démontré, *fig.* 2; cette ligne P Q donne
ion des joints continus sur l'extrados : La lon-
P ou M R est égale à l'épaisseur de la voûte
largeur de la surface spirale. Divisons main-
la distance C D comme elle a été divisée dans
e 5, menons *ad*, *be*, *c f*, D g perpendi-
à C D, et *dl*, *ck*, *fi*, *gh* parallèles à P Q, ces
es lignes seront le développement des joints con-
es assises qui viennent couper la ligne de naissance
aisons ensuite l'autre côté O N du développement
nent égal et semblable à L W, reportons sur O N
ueur W g = Oh, menons la parallèle *h n* à P Q; la
e *nn'* prise sur O L, étant divisée en un même
e de parties égales que C F dans la figure 5, si l'on
s points de division des parallèles à P Q, ces lignes
senteront le développement des joints de l'extrados.
st maintenant utile d'obtenir l'élévation de la tête ·le
ûte, résultante de la manière dont nous venons de
miner les surfaces des joints des voussoirs, cette
tion présente la même apparence qu'une demi-vis à
plans coupée sous l'angle A C B.

açons la demi-ellipse A D B, *fig.* 7, dont la moitié
etit axe est égale au rayon du cercle, et le grand
A B égal à l'oblique A C, *fig.* 5, traçons de même la
-ellipse E F G dont la moitié du petit axe sera F C
D + D F, D F est l'épaisseur de la voûte à la
et le grand axe E G sera égal à l'oblique U L,

ansportons maintenant les intervalles C*a*, *ab*, *bc*,
. des joints sur le développement de l'intrados,
, en B*a*, *ab*, *bc*, *cd*, *de*, *eD*...., sur la demi ellipse,

Il est bon de faire remarquer que ces
bb', bb', cc'..... ne sont point des ligne
des courbes concaves du côté supérieur ;
tué auprès de la naissance B G est le
que la courbure diminue graduellement v
où elle disparaît entièrement.

Si l'on fait un troisième développeme
l'épaisseur du cylindre, on obtiendra un
diaire de points appartenant à la trace d
plan de tête, en suivant exactement la
que celle que nous avons suivie pour ob
k, a', b', c', d', de l'extrémité des joint
Cette série intermédiaire donnera un trois
trace courbe des surfaces des joints sur le p
la courbure de cette ligne est trop petite p
sensible dans un dessin de la dimension
sommes restreints dans cet ouvrage. N
plus loin un moyen plus facile de l'obteni
dès à présent que pour faire un dessin
arche oblique, il faut un grand nombre de
lignes, ce qui fait qu'il est extrêmemen
teindre la précision absolument essentie
ouvrage. Il s'en suit donc que si on peu
calcul ce sera infiniment préférable et n
voir qu'on peut en effet procéder de cette

CHAPITRE II.

...es de formules pour déterminer les dimensions et les angles.

...avoir examiné plusieurs dessins d'arches obliques ... une grande échelle et exécutés avec beaucoup ...ude d'après les principes exposés dans le chapitre ...it, nous avons remarqué qu'il existe pour la des... de ces arches une propriété remarquable que ...ons faire connaître :

...n prolonge suffisamment les lignes B *k*, *aa'*, *e'*, etc... *fig.* 7, qui sont les cordes des petites ... représentant la trace des joints sur le plan des ...lles se coupent toutes en un même point O au... de l'axe du cylindre; cette propriété existe lors ...ue l'obliquité est assez grande pour rejeter le ... entièrement hors du cylindre (supposé décrit en ... cette remarque facilite beaucoup le dessin de ...on des têtes et permet d'éviter une foule d'er... *...oir la note*). Nous allons maintenant chercher le

---

...igne passant par les deux points x', y'; x'', y'' *si... ...pectivement sur deux cercles concentriques dont ... est* r *et* R, *va rencontrer l'axe des* y *en un point ...la distance au centre est donnée par* n *dans l'é... de la ligne* y = m x + n, *équation qui doit être ...te par les coordonnées* (x', y'), (x', y'').

$$y' = m x' = n \qquad y'' = m x'' + n,$$

$$\frac{y' - y''}{x' - x''} = m \; ; \; y' = \frac{y'' - y'}{x'' - x'} x' + n \; ;$$

moyen de déterminer la position du point O par le[illegible] cul, et l'on verra que nous parviendrons en même [illegible]

$$\text{D'où } n = \frac{y'x'' - y'x' - y''x' + x'y'}{x'' - x'},$$

$$\text{ou } n = \frac{y'x'' - y''x'}{x'' - x'}.$$

Nous avons $x'^2 + y'^2 = r^2$, $x''^2 + y''^2 = R^2$. *E[illegible] gnant par* a *et* A *les angles que font avec l'axe de[illegible] rayons menés respectivement aux points* (x', y',) ([illegible] *situés sur chacun des cercles ;* y' = *tang.* [illegible]

$y'' = \text{tang. A}.\, x''$; $x'^2(1 + \text{tang.}^2\, a) = r^2$; $x' = \frac{[illegible]}{\text{séc}[illegible]}$

$x'' = \frac{R}{\text{séc. A}}$; $y'x'' = \frac{R\, r \text{ tang. } a}{\text{séc. a séc. A}}$, $y''x' = \frac{R\, r \text{ tan}[illegible]}{\text{séc. A sé}[illegible]}$

$x'' - x' = \frac{R \text{ séc. A} - r \text{ séc. A}}{\text{séc. } a \text{ séc. } a}$, donc

$$n = \frac{R\, r\, (\text{tang. } a - \text{tang.}[illegible]}{R \text{ séc. } a - r \text{ séc. A}[illegible]}$$

Si un autre joint suffisamment prolongé vient pas[illegible] même point O, *on devra avoir en désignant par* a[illegible] *les angles correspondants à* a *et* A

$$n = \frac{R\, r\, (\text{tang. } a - \text{tang. A})}{R \text{ séc. } a - r \text{ séc. A}} = \frac{R\, r\, (\text{tang. } a - \text{ta}[illegible]}{R \text{ séc. } a' - r \text{ séc}[illegible]}$$

$$\text{ou bien } \frac{\text{tang. } a - \text{tang. A}}{\text{tang. } a' - \text{tang. A}'} = \frac{R \text{ séc. } a - r \text{ séc.} [illegible]}{R \text{ séc. } a' - r \text{ séc.} [illegible]}$$

$$\frac{(R \cos. \text{A} - r \cos. a) \cos. \text{A}' \cos[illegible]}{(R \cos. \text{A}' - r \cos. a') \cos. \text{A} \cos[illegible]}$$

$$\frac{\text{tang. A} - \text{tang. } a}{\text{tang A}' - \text{tang. } a'} = \frac{R \cos. \text{A} - r \cos. a}{R \cos \text{A}' - r \cos. a'} \times$$

des formules d'une grande utilité pratique pour le 'jet qui nous occupe.

$$\frac{\cos. A' \cos. a'}{\cos. A \cos. a}; = \frac{\sin. A \cos. a - \sin. a \cos. A}{\sin. A' \cos. a' - \sin. a' \cos. A'} \times$$

$$\frac{\text{'s. } A' \times \cos. a'}{\text{'os. } A \quad \cos. a} = \frac{\sin. (A - a)}{\sin. (A' - a')} + \frac{\cos. A' \cos. a'}{\cos. A \cos. a}$$

d'où $$\frac{\sin. (A - a)}{\sin. (A' - a')} = \frac{R \cos. A' - r \cos. a}{R \cos. A' - r \sin. a'}.$$

Supposons actuellement une surface gauche spirale *upée par un plan oblique* Cs (fig. 2) *fesant un angle* θ *vu avec l'axe du cylindre*

Ce plan coupe l'hélice de l'intrados au point (2) *et l'hé- e de l'extrados à une distance* h *du plan de la section oite* (2, b). *Il s'agit d'abord de calculer cette distance.* *signons par* a *l'angle du rayon passant, dans la section oite, par les points* (2, b); *la distance*(2, b) *sur le plan* *isontal est égale à* e. *cos.* a. *Désignons par* A *l'arc de*

cle H i, *nous aurons* $\frac{h}{R \cos. A - r \cos. a} = \cot. \theta$

'ù h = cot. θ (R cos. A — r cos. a); *en développant* *portion à droite de* h *du triangle* (i, 2, b), *nous avons*

$$\frac{h}{\frac{R}{50}(A - a)} = \frac{KI}{\pi R} h = \frac{K I (A - a)}{180} = C (A - a).$$

$$C (A - a) = \cot. \theta (R \cos. A - r \cos. a),$$

Pour un autre point nous aurons :

$$C (A' - a') = \cot. \theta (R \cos. A' - r \cos. a')$$

$$\frac{A - a}{A' - a'} = \frac{L}{L'} = \frac{R \cos. A. - r \cos. a}{R \cos. A' - r \cos. a'}$$

Les arcs L *et* L' *étant toujours très-petits, il est permis*

Soit le rayon du cylindre . . . . =
Son épaisseur . . . . =
L'angle d'obliquité. . . . . =
La circonférence du cercle dont le diamètre est 1 =

Voyez (*fig.* 5), alors $AB = 2\,r$

$$BC = 2\,r\ \text{cot.}\ \theta$$
$$BF = \pi\,r$$
$$AC = 2\,r\ \text{cosec.}\ \theta$$

$$\text{Tang. BFC ou MCI} = \frac{BC}{BF} = \frac{\text{cot.}\ \theta}{\frac{1}{2}\,\pi} = \text{tang. de l'a}$$

héliçoïdal de l'intrados. (C'est-à dire l'angle de l'incli son sur l'axe des hélices de l'intrados); et par les trian semblables,

$$CB : BF :: BF \text{ ou } MI : CM,$$

C'est-à-dire, $2\,r\ \text{cot.}\ \theta : \pi\,r :: \pi\,r : \dfrac{\pi^2\,r}{2\ \text{cot.}\ \theta} =$

pas de l'hélice ;

$$(Fig\ 6) \qquad S\,O \text{ ou } RQ = \pi\,(r + e)$$

$$\frac{RQ}{CM} = \frac{\text{cot.}\ \theta}{\frac{1}{2}\ \pi}\left(\frac{r+e}{r}\right) = \text{tang. de l'angle hélic}$$

de l'extrados.

$$PL = e\ \text{cot.}\ \theta.$$

Maintenant la tangente du petit arc L k qui est re

de substituer le rapport des sinus à celui des arcs et on retombe précisément sur la condition à laquelle d satisfaire les arcs L, L'.... pour que les droites, pa par l'extrémité de ces arcs et l'extrémité de l'arc a cercle intérieur, aillent passer toutes au point O.

déreloppement par la ligne PQ, sera :

$$\times \frac{\text{cot. } \theta}{\frac{1}{2} \pi} \left(\frac{r+e}{r}\right) = \frac{\text{cot.}^2 \theta}{\frac{1}{2} \pi} \left(\frac{re+{}^2}{r}\right) = \text{Lk},$$

fig. 6, ou Gk, (*Fig.* 7),

$$\left.\begin{array}{l} \text{CB} = r \text{ cos. } ec\ \theta \\ \text{BG} = e \text{ cos. } ec\ \theta \end{array}\right\} \textit{fig. } 7,$$

es triangles semblables,

$$\text{BG} : \text{Gk} :: \text{BC} : \text{CO}$$

$$\text{s. } ec\ \theta : \frac{\text{cot.}^2 \theta}{\frac{1}{2} \pi} \left(\frac{re+e^{\cdot}}{r}\right) :: r \text{ cos. } ec\ \theta :$$

$$\frac{\text{cot. } \theta}{\frac{1}{2} \pi} (r + (= \text{CO}.$$

us examinons la valeur de C O nous voyons qu'elle

ivalente à $r\ cot.\ \theta \times \frac{cot}{\frac{1}{2} \pi} \cdot \frac{r+e}{r}$ c'est-à dire

est égale au rayon multiplié par la co-tangente de d'obliquité du pont et par la tangente de l'angle

dal de l'extrados $\left(\text{qui est } \frac{cot\ \theta}{\frac{1}{2}} \cdot \frac{r+e}{r}\right)$; et si

ésignons ce dernier angle par x, l'expression de C O re écrite ainsi qu'il suit :

$$\text{C O} = r\ cot\ \theta\ tang.\ x$$

De plus C O est aussi égal à $(r + e)\ cot\ \theta.\ \frac{cot\ \theta}{\frac{1}{D}\ \pi}$, c

à-dire au rayon extérieur du cylindre multiplié par l
tangente de l'angle d'obliquité du pont et par la tan
de l'angle héliçoïdal de l'intrados, et si nous appelo
dernier p, l'expression de C O peut être écrite a
$C\ O = (r + a)\ cot\ \theta\ tang.\ p$. Ces expressions sont g
rales, c'est-à-dire qu'elles sont applicables aussi bie
segments du cercle qu'au demi-cercle, et elles sont
usage très-étendu ainsi que nous le ferons voir p
suite.

La distance C O peut être déterminée géométrique
ainsi qu'il suit : dans le triangle rectangle A B C (*fi*
planche 4), dont l'angle droit est en B, faites A B = r
tirez A B fesant avec B C un angle A C B = θ, ensu
rez la ligne indéfinie B D, fesant l'angle C B D =
menez C D perpendiculairement à B C et coupant B
D, alors C D = C O, *fig.* 7.

Après avoir déterminé ce point que nous nommero
foyer, pour le distinguer plus facilement, et la dist
CO l'excentricité des joints de tête, il est éviden
le développement demandé sera CF, dans la figur
et les formules pour trouver les ordonnées de cette co
seront données plus loin.

En faisant un dessin à l'échelle de un douzième,
arrive à rendre sensible la courbure des joints de la
de la voûte, on décrit une demi-ellipse passant par le

lieu de l'épaisseur de la voûte, en mettant $r + \frac{1}{2}\ e$

lieu de $r + e$ dans le second facteur de la première
pression de la valeur de l'excentricité CO, au moyen
laquelle ces points intermédiaires peuvent être obten

Les formules précédentes, ainsi que la propriété do
il vient d'être parlé, ne sont relatives qu'aux arches de
cylindriques, ou dont la section droite est un demi-cercl
Nous allons étudier celles qui sont de forme segmental

Soit, *fig.* 8, AB la corde du segment de cercle, et AC
l'angle d'obliquité ; prenons BC égal à la longueur d
l'arc ABP, et perpendiculaire à BG, menons la ligne GC
qui correspond à CF dans la figure 5, et qui, dans toute

$$fig.\ 6,\ \frac{\mathrm{RQ}}{\mathrm{CM}} = \frac{\pi(r+e)}{\pi r \cot \beta^2} = \frac{r+e}{r}\ \frac{1}{\cot \beta^2} = tang.\ \varphi,$$

nommant φ l'angle de l'extrados.

La grandeur de l'angle DCK, *fig.* 5. ayant été altér
il s'en suivra une altération correspondante de l'excen
cité CO, *fig.* 7, que l'on peut calculer ainsi qu'il suit
dans la *fig.* 6. $\mathrm{P}l = e.\ \cot\theta$

$$\mathrm{L\,k} = e \cot\theta\ tang\ \varphi = \mathrm{G\,k}\ fig.\ 7$$

alors, nous avons encore comme précédemment

$$\mathrm{BG} : \mathrm{Gk} :: \mathrm{BC} : \mathrm{CO}$$

ou $e \operatorname{cosec}\theta : e \cot.\theta\ tang.\varphi :: r \operatorname{cosec}.\theta : r \cot.\theta\ tang.\varphi =$

qui représente la nouvelle distance focale ou l'excen
cité ; et cette expression est générale, elle s'applique
au segment circulaire soit au demi-cercle complet.

CHAPITRE III.

Manière de travailler les voussoirs etc...

ns allons maintenant donner quelques détails sur
nière de tailler les voussoirs. Attendu que la hau-
d'une pierre, ou la largeur de son lit est toujours
coup plus grande que l'épaisseur de sa douelle. Il
référable de commencer par travailler le lit. Les
les voussoirs sont des portions de la surface spi-
B H M C *fig.* 2, et par conséquent consistent en ce
nomme ordinairement une *surface gauche*. Le
n d'obtenir de tels joints est familier aux ouvriers;
parvient en plaçant à une distance déterminée, deux
s dont l'une a ses côtés parallèles et l'autre diver-
, et en les noyant dans un trait taillé dans la pierre,
'à ce que leurs côtés supérieurs se trouvent dans un
e plan, alors les côtés inférieurs se trouveront dans
face gauche, formant le joint: cela fait, les parties
lantes de matière, sur les autres points du lit,
t coupées jusqu'à ce que une ligne droite, appli-
et glissant sur les deux traits parallèlement à la
le, coïncide partout avec la surface gauche.
liquons maintenant le moyen d'obtenir les dimen-
de ces règles. Les côtés de la règle divergente,
*la règle gauche comme la nomment ordinairement
uvriers*, sont divergens: reportons-nous à la figure
s'applique également à l'arc demi-circulaire et à
segmental. L'angle intradossal est I E K, l'angle
dossal est I E N, et leur différence, ou K E N, est
le de gauche de la surface du joint, et KO, tirée
ndiculairement à E K, est la tangente de cet angle,
ortée au rayon E K pris pour unité. Ensuite, E K
N sont respectivement la sécante des angles I E K
E N, rapportées au rayon E I pris pour unité

Maintenant après avoir fixé la distance à laquelle il est convenable d'appliquer les règles, on trouvera la différence de largeur des deux extrémités de la règle gauche ainsi qu'il suit : en nous reportant encore à la figure 8. Soit l la distance sur la douelle E K à laquelle elles doivent être appliquées l'une de l'autre soit l'angle K E N $= \delta$; alors l tang. δ sera la quantité dont la largeur d'une extrémité de la règle gauche excède celle de l'autre, la longueur de cette règle étant égale à e ou à la hauteur du voussoir, *ni plus ni moins* (*a*).

(*a*) L'auteur prend pour la différence de largeur les deux extrémités de la règle gauche la différence des arcs elliptiques tracés par l'extrados et l'intrados par un plan perpendiculaire à l'hélice intradossale, les arcs étant comptés à partir du point où le plan sécant rencontre les lignes de naissance tant à l'extrados qu'à l'intrados, ou bien du point où la ligne OK, *fig.* 8, prolongée dans le sens OK irait rencontrer EI. Il serait peut-être plus rigoureux de prendre la tangente de la différence des arcs circulaires IN — IK.

Ainsi, en nous reportant à la figure 2, supposons que (2, 3) soit l'intervalle l entre les règles, mesuré sur l'hélice intradossale; désignons par a l'arc 2, 3, sur la section droite correspondant à l, en menant par le point 3 une parallèle (3, m) à Cb, et élevant une perpendiculaire d en m, jusqu'à la rencontre du prolongement

$$Cc, \text{ nous aurons } \frac{d}{e} = \text{tang.} \left(\frac{a}{\frac{\pi r}{180}} \right) \text{ d'où } d = e \text{ tang.} \frac{180.}{\pi r}$$

en désignant par β^2 l'angle héliçoïdal de l'intrados, nous aurons $l \cos \beta^2 = a \cos. \beta^3$ d'ou $a = l$ tang. β^3 cos. $\beta^2 = l$ sin. β^2

$$\text{donc } d = e \text{ tang.} \left(\frac{l \sin. \beta^2}{\left(\frac{\pi r}{180} \right)} \right),$$ l sin. β^2 est la projection sur EN de l (mesurée sur EK) (*fig.* 8).

es règles sont représentées par les figures 0 et 10. La 9, donne la règle à côtés parallèles, la *fig.* 10 la règle tés divergents. Leurs longueurs, A B *fig.* 9, et A_2 B_2 10, doivent être égales à *e*, la hauteur du voussoir. largeurs A C, B D, *fig.* 9, et A^2 E, *fig.* 10, doivent égales entre elles (c'est ordinairement trois pouces), autre extrémité de la règle divergente B_2 G, *fig.* 10, être augmentée de la quantité F G $= l$ tang. δ.

s règles étant appliquées sur le lit de la pierre en ant les extrémités d'égale largeur à la distance *l* me- sur le joint continu de l'intrados E K, *fig.* 8, la nce sur la ligne extradossale entre les deux autres s inégaux, coïncidant avec l'extrados, devra excéder s le rapport de E K à E N. L'angle définitif de ados étant β_2 et l'angle correspondant de l'intrados φ, us nommons *h* la distance qui sépare sur l'extrados eux bouts inégaux des règles, on a :

$$h = l\,\frac{\text{séc.}\ \varphi}{\text{séc.}\ \varphi} = \frac{l\cos.\ \beta^2}{\cos.\ \varphi}.$$

fig. 11 fait voir les règles appliquées sur le lit de erre; dont C D E F est le joint à surface gauche;

---

t à remarquer que cette différence est ainsi calculée en sup- que les deux règles se trouvent maintenues dans les plans tions droites espacées de l cos. β^2, suivant l'axe, tandis uteur suppose que les règles sont maintenues dans des plans ux à la spire intradossale; plans qui ne sont point paral-

maintenir facilement les règles dans les sections droites, il it augmenter la largeur de la partie rectangulaire de la règle nte d'une quantité égale à *r* (cos. BC 2) — cos. (BC 2 3), et clouer les deux règles à angle droit sur une planche l cos. β^2 de largeur, mais il faudrait alors plusieurs ga- ainsi construits, il vaut mieux ramener le plan des règles plan normal à l'hélice intradossale, ce qui n'empêche pas uler la divergence de la règle gauche ainsi que nous l'avons

A B est la règle parallèle, et A_0 B_0 la règle di
la distance entre les deux extrémités A et /
douelle est l, et la distance entre les extrémit
est h, calculée par la formule que nous venon
ner.

Une pierre taillée par une extrémité suivant
divergente et par l'autre suivant la règle parallè
la montre la figure, appartiendra à une voûte,
bliquité est telle que si l'on se suppose placé su
cylindre et qu'on regarde au travers de la voût
aigu de la partie antérieure se trouvera à gauch
plus de clarté dans la pratique, on dit habit
qu'un pont de cette espèce est oblique à gau
ferons remarquer, à cette occasion, que tous l
précédens se rapportent à un point oblique à gau
avons adopté cette uniformité pour éviter toute

Afin que les ouvriers ne puissent se tromper
plication des règles à la distance voulue, con
pour éviter la sujétion de mesurer les intervalles
AA_0, BB_0, on les assemble quand on veut s'
par deux petites tiges de fer, fixées chacune
par l'une des extrémités à chacune des règles,
l'autre bout de ces tiges porte un crochet de
———, qui est reçu à l'autre extrémité de cha
par un œil disposé à cet effet, de sorte que, ces
ayant chacune la longueur voulue, les règles d
cessairement être espacées convenablement
ajuste chaque crochet dans l'œil qui doit le rec
figure 11 représente ces tiges. Il est indispensal
dispositions soient bien comprises et exécutée
plus grand soin, sinon on ne parviendrait poin
truire avec précision les voûtes d'une grande ol
les règles sont livrées aux ouvriers sans y av
les tiges qui fixent leur espacement, ils les ap
généralement parallèlement l'une à l'autre et c
évidemment le gauche du joint plus grand qu'
être, et l'on ne pourra plus mettre les vouss
place sans abattre les angles des lits, et alors l
ne sera plus également répartie.

Après avoir taillé un joint, ainsi que nous
indiquer, il est facile d'obtenir la douelle; p
enir, on doit construire un gabarit ainsi qu'il

ux panneaux ADB, comme le montre la figure 12, iquelle AC est le rayon du cylindre, DB son épais- la hauteur des voussoirs. La planche formant la B des panneaux sera taillée suivant la courbure de c, elle aura une longueur suffisante ; BD sera égal auteur des voussoirs et les deux arêtes de cette e iront se couper au centre du cylindre. Ces dispo- provisoires terminées, les deux panneaux d'abord ués exactement l'un contre l'autre, seront séparés s'en servira pour construire un gabarit de la indiquée en perspective par la figure 13, dans le- angle ACB devra être égal à l'angle IKE, *fig.* 8, le complément de l'angle héliçoïdal de l'intrados. ux arêtes des faces BD et CE, *fig.* 13, du gabarit onstruit devront coïncider exactement avec la sur- irale de la pierre, lit que nous supposons avoir ealablement taillé à l'aide des deux règles parallèles ergentes. Plaçons maintenant la pierre de manière douelle se trouve par-dessus, renversons le gabarit liquons les tringles ou échasses BD et BC sur la su- jà taillée du joint, faisons en même temps coïn- a lame flexible BC, *fig.* 13 et 14 avec l'arête de la DF, *fig.* 14; enfin traçons sur la pierre une ligne le côté AC, *fig.* 14, elle se trouvera nécessaire- angle droit sur l'axe du cylindre ; traçons de même tre ligne suivant le côté AB, elle sera parallèle à u cylindre ; enlevons le gabarit et pratiquons au du ciseau une rainure sur la douelle suivant la ligne l'approfondissant de manière à ce que le fond ait ment la courbure de la pièce AC du gabarit; ajustez ne sur la ligne AB qui est parfaitement droite, le B, de manière que lorsque les rainures ont atteint fondeur convenable, le gabarit étant appliqué des- ayant soin de faire coïncider les faces BD et DC joint préalablement taillé, et la lame diagonale ête de la douelle DF, les côtés AC et AB devront ctement et semblablement en contact sur tous les Les pièces segmentales, chacune à peu près de la r de CA, et ayant une courbure égale à celle du du cylindre, comme les montre la figure 15, t immédiatement s'appliquer, l'une sur le trait AC e sur une ligne GH, *fig.* 14, placée à une certaine

distance parallèlement à AC. Ces pièces seg...
doivent avoir exactement les mêmes dimensions, ...
trace sur leurs faces un trait marquant leur milieu
l'indique la figure 15, en C. Ainsi préparées, on
appliquer, l'une dans la rainure AC, en faisant
le point C avec la ligne IK parallèle à AB, l'aut...
ligne GH, parallèle à GA, en faisant tomber aussi
C sur la ligne IK; plus on pourra les éloigner, ...
faisant aux conditions imposées, mieux ce sera. L...
segment devra alors être ajusté dans une rainure a...
jusqu'à ce que le côté supérieur (celui en ligne ...
trouve dans le même plan que le côté supérieur ...
segment placé dans la rainure AC. Ces prépa...
minés, on enlèvera les parties excédantes de la
la douelle jusqu'à ce qu'une règle bien droite ...
pliquer dans toute sa longueur sur la dou...
puyant sur les traits de ciseau parallèlement à
on aura obtenu ce résultat, la douelle se...
L'autre arête LM de la douelle devra être a...
taillée parallèlement à DF, on retournera l...
appliquant les segments sur la douelle e...
l'autre joint de manière que les arêtes BD
s'appliquer en même temps. On remarque...
procédons par une méthode inverse : au l...
douelle en se dirigeant sur le joint, n...
joint en nous dirigeant sur la douelle, e...
der exactement le segment CA et le ...
douelle et la diagonale flexible avec l'a...
maintenant des rainures au ciseau sur l...
la pierre jusqu'à ce que les côtés BD e...
appliquent exactement en même te...
parties posent sur la douelle. Ces rai...
la surface gauche de ce joint, de m...
obtenues par les règles divergente et...
miné celle du premier joint, on en...
absolument semblable pour la taille ...
Les extrémités de tous les vouss...

Les extrémités de tous les vouss... de tête de la
forment le parement de tête de la douelle c...
et DM, *fig.* 14, de la douelle c...
correspondantes des joints contin...
e, ordinairement appelés jo...
at la direction des pièces BI...

rêtes normales à la douelle de ces deux joints ayant nsi déterminées au moyen du gabarit, on taillera ints en appliquant une régle droite de l'une à l'autre enant parallèle à FL ou DM, ces joints auront ainsi rface gauche telle que tous les voussoirs s'appliat exactement l'un contre l'autre quand on consla voûte.

des choses les plus difficiles à obtenir, dans la les pierres pour une voûte oblique, est de dresser ement de celles qui forment la tête de la voûte ne précision telle qu'on n'ait point à les retailler u'elles ont été mises en place. Nous allons essayer uer comment on peut parvenir à ce résultat, et pérons être aisément compris.

nons de grandeur naturelle, sur une plate-forme ée à cet effet, le développement de la tête de

moyen d'obtenir ce développement, à l'aide de la tion, a été indiqué, (voir *fig.* 4); la manière de les joints continus a été également enseignée, *g.* 5). Cependant il est admis qu'il est à peu-près ible d'obtenir cette courbe de grandeur naturelle yen de sa projection, nous donnerons donc un peu oin un moyen de la tracer par les ordonnées; et supposerons pour le moment ce développement ainsi que l'indique la figure 19, où CD est une n de la ligne de naissance, et CK la direction du er joint continu, qui s'étend d'une tête à l'autre de ite; il détermine aussi ce que nous avons appelé e heliçoïdal de l'intrados, ainsi qu'il résulte de ce récède; tous les autres joints 2, 3, 4, 5, etc., lui parallèles.

remarquera que les arêtes des voussoirs de tête ltant de l'intersection de la douelle avec le plan de ne sont pas à angle droit sur les joints continus, et au moyen de ce développement que nous nous proons d'obtenir ainsi qu'il suit, la grandeur exacte de gle de douelle de chaque pierre. Supposons que l'on ille avoir la douelle du 9e voussoir, celui compris entre 9e et le 10e joint; prenons une feuille de tôle de eur quelconque et d'une largeur égale à celle des

cours mesurée sur la douelle, appliquons-la sur
ac, qui figure le 9ᵉ joint, et en même temps
ligne *bd* qui figure le 10ᵉ, et découpons-en l'e
suivant la portion de courbe comprise entre le
ac et *bd*. Celà fait, appliquons cette feuille
sur la douelle du 9ᵉ voussoir (que nous su
préalablement taillé sur toutes ses faces except
rement de tête) et traçons-y la ligne *ab*
l'arête de la douelle du voussoir. La courbe es
sensible sur la largeur *ab*, que dans la pratiq
suffisamment exact de se servir d'une fausse équ
on met l'un des côtés sur *ac* et l'autre sur *ab*,
d'une feuille de tôle flexible (*a*). Mainten

(*a*) Pour obtenir l'angle que le joint de tête, *ef* (*fig.* 20)
la génératrice du cylindre; il faut commencer par déd
connaissance de l'ouverture de la section elliptique et d
rayon du cercle, l'obliquité de la voûte. Soient, en pl
CB, fig. 20 bis ces deux grandeurs, puisque le rayon est pe
laire à la ligne de naissance, il n'y a qu'à décrire du poin
centre et du rayon CB un arc de cercle, auquel nous
une tangente du point A, et AE sera la direction
Toutes les génératrices du cylindre se projettent horiso
suivant des parallèles à cette ligne.

L'angle que le joint *ef* fait avec la génératrice passa
point *e*, se trouve dans le plan déterminé par cette
ligne et le joint *ef* lui-même; ce plan passe par le foyer O
sur le plan vertical passant par l'axe du cylindre, une li
sontale, lieu géométrique des foyers, parallèle aux génér
qui se projette sur CC horisontalement. Pour avoir l'angl
nous n'avons qu'à rabattre le plan qui le contient sur le
risontal, en le faisant tourner autour de la ligne CC com
nière. Supposons que le point *e* (*fig.* 20) se projette ho
ment en *h*, (*fig.* 20 *bis*); *hi* sera la projection de la g
sant par le point *e*. Dans le mouvement du plan, ce
era parallèle à CC, ce point viendra tomber quelque

obtenir la direction du joint sur la tête de la voûte, dessinons de grandeur naturelle, sur une plate-forme, la moitié de l'élévation de la voûte, *fig.* 20, ainsi que

---

a trace *he* du plan vertical passant par le point *h* perpendiculairement à l'axe du cylindre, de même le point *g* restera dans le plan vertical CE et viendra tomber en k à une distance Ck = *g* (*fig.* 20 *bis et* 20) menant par le point k la parallèle k *e* à E, le point *e* (20 *bis*) sera le rabattement de *e* (20) et C*e* (20 *bis*) sera la ligne O *e* (20) par conséquent l'angle *f e k* est l'angle cherché. (Cette construction est la même que celle indiquée par l'auteur, mais il y a dans la *fig.* 20, une ligne mal indiquée : ce n'est pas du point *h* qu'il faut abaisser une perpendiculaire sur CE, c'est du point où la verticale abaissée du point *e* rencontre CA). On obtiendra de même les angles correspondants aux autres joints de tête. On remarquera que l'angle *fe* k = *fé* E, par conséquent après avoir mené les parallèles *he* à CE, il suffira de marquer sur ces parallèles les points *e* en décrivant du point C un arc de cercle comme centre et avec un rayon recteur O *e* *fig.* 20. Le plus grand de ces angles correspond au premier joint, il est égal à *f' e'' k'*, ils vont toujours en diminuant d'un côté à l'autre de l'éllipse de tête ; au sommet l'angle devient droit, puis aigu et égal au supplément de *f e k*, pour les points situés à même hauteur de chaque côté du petit axe.

La *fig.* 20 *bis* donne les rayons vecteurs C *e* de l'ellipse de tête, en joignant les points et E' C, ce qui peut servir de vérification pour l'exactitude de la figure.

Il s'agit maintenant de trouver l'angle que le joint de tête *e f* fait avec la spire du joint longitudinal, ou plus exactement, avec la tangente à cette courbe au point *e*. Cette tangente se trouve dans le plan tangent au cylindre suivant la génératrice *e g* *fig.* 20. ou *e k*, *fig.* 20 *bis*, et de plus elle fait avec cette génératrice un angle égal à l'angle hélicoïdal de l'intrados. Si nous ramenons donc le plan tangent dans le plan C *e k* (*fig.* 20 *bis*) en le faisant tourner

nous l'avons indiqué précédemment Dans cette figure, AC est la moitié de l'ouverture oblique, CD est le rayon du cylindre, et CO est l'excentricité, O étant le foyer de la tête, vers lequel tous les joints convergent. Décrivons le quart du cercle BED, et menons la tangente AE et le rayon EC.

Supposons maintenant que l'on veuille obtenir l'angle que le joint *a c*, *fig.* 19, fait avec le joint de tête correspondant *e f*, *fig.* 20 : du point *e*, *fig.* 20, menez *e g* parallèlement à AC, coupant l'arc BED en un point *g*. Du point *g*, abaissons une perpendiculaire sur AC, et du point *h* menons *h i* perpendiculaire à EC. Avec la distance O *g* comme rayon et du point O, comme centre, décrivons l'arc indéfini *g k*, et avec la distance *h i* comme rayon décrivons du point *e* comme centre un autre arc coupant *g k* en un point *k*. Tirons la droite *k e*. L'angle *k e f* est celui que le joint *e f* fait avec une ligne

---

autour de *e k* comme charnière, la tangente à l'hélice viendra se rabattre sur la ligne *e l*, si *l e k* est égal à l'angle hélicoïdal de l'intrados. La question est donc ramenée à trouver la troisième face d'un angle trièdre dont on connaît deux faces *f e k*, *l e k* et l'angle qu'elles font; cet angle est égal à celui que fait la tangente au cercle, en *g*, avec le rayon vecteur O *g*, ou bien il est égal à 90° plus l'angle O *g* C, *fig.* 20. Pour déduire de ces données l'angle cherché, abaissons du point *f* sur *e k* prolongé une perpendiculaire *f m n*, qui coupe le prolongement de *l e* en *n*; faisons l'angle *f m p* égal à 90° + O *g* C, reportons *n* en *n'*, le triangle *f m n'* est la section de l'angle trièdre par le plan *f n* perpendiculaire au plan *f e k*, ce plan détermine sur la face *f e k*, prolongée en-dessous de *f e*, un triangle dont la base est *f e*, l'un des côtés *f n'*, et l'autre *e n*, en décrivant des points *f* et *e* des arcs de cercle avec les côtés respectifs, l'angle *f e q* sera celui que le prolongement de la tangente à l'hélice fait avec *f e*, par suite l'angle cherché. Ces angles vont aussi en diminuant de suite, celui au sommet est droit.

ıur l'intrados parallèlement à l'axe ; ou, ce qui au même, avec la génératrice horizontale du . Mais le joint *a c*, *fig.* 19, a une inclinaison e égale à l'angle hélicoïdal KCD de l'intrados, séquent tirons la ligne droite *n e m*, *fig.* 20, l'angle *k e m* soit égal à l'angle KCD, *fig.* 19 : baissons la perpendiculaire *f p* sur *k e l*, elle ra en un point *p* et rencontrera la droite *n e m* ıint *q*. Tirez parallèlement à *k e l* la ligne indéfi- Avec la distance *p f* comme rayon et du centre *p* l'arc *f r*, coupant *q r* en un point *r*, avec *e f* rayon et du centre *e* décrivez l'arc indéfini *f u t*, *q r* du centre *q* décrivez l'arc *r u s*, coupant u. Par les points *u* et *e* menez une droite ; era l'angle que la tangente au joint continu fait oint de tête du côté obtus de la voûte, et *n e u* gle correspondant au côté aigu.

a ligne *n e m* étant la tangente à la spirale au il faut tenir compte de la courbure, ou de la dont la tangente s'éloigne de l'hélice pour la r du voussoir, on obtient cette quantité ainsi t.

ısons que l'on veuille trouver la longueur de la ı gabarit qui s'applique sur le joint continu de lle pour une longueur donnée de voûte, telle B dans la *fig.* 21, où l'angle DCK est l'angle al de l'intrados. Tirez la ligne AB perpendi- à l'imposte ou ligne de naissance CD. Le dé- ment AB de la portion de l'arc-circulaire com- s la largeur du voussoir dont la longueur est CB, ıorté sur l'arc AB, *fig.* 22, et la quantité cherchée cisément le sinus verse A *d* ou son équivalent *e* B.

Soit l'angle DCK $= \beta$, dans la *fig.* 21.

Et CB $=$ L,

Alors AB $=$ L sin. β ;

un rayon égal à CD dans la figure 20, et du comme centre, dans la figure 22, décrivons un léfini ABD, sur lequel nous prendrons AB $=$ β, nous mènerons ensuite la perpendiculaire B *d* ın AC, et A *d* ou *c* B sera la quantité cherchée.

π r étant la longueur du demi-cercle nous avons l
portion ;

$$\pi r : 180° :: L \sin. \beta : ACB,$$

En nommant d cet angle, on a r sin. verse $\rho =$
e B.

Faisons maintenant chacune des distances ev
dans la fig. 20, égale à CB dans la fig. 21, et
vx et wy respectivement égales à A d, fig. 22,
un arc de cercle (*) par les points x e y, et l'ang
sera celui du voussoir à angle obtus et $y e n$ celui d
soir à angle aigu. Ces dernières lignes $x e y$ et $e n$
toujours être tracées distinctement sur la plate-
à chaque joint, ce sont elles qui fixent l'ouve
beuveau qui sert à tailler le parement de tête.

Nous ferons remarquer que bien qu'on ait t
grand nombre de lignes pour obtenir ce joint,
a plusieurs qui sont communes à tous, et, dans la p
il n'est pas nécessaire de tirer celles qui ne s
communes, mais seulement de relever les d
équivalentes, on abrége ainsi le temps, et le de
beaucoup plus distinct.

Il faut faire voir maintenant comment on peut
le développement de la fig. 19, sans projectio
que l'indique le chapitre 1, fig. 4.

Soit A ab, fig. 23, la demi-voûte circulaire
l'angle d'obliquité est B D C, et supposons q
veuille tracer le développement DeE au moyen d
données obtenues par le calcul.

Divisons l'arc A B en un certain nombre de
égales, et son développement B E en un même n
de parties. Soit a une des divisions de l'arc, et b
vision correspondante sur le développement de so
E b = A a.

Ainsi, soit A C le rayon $= r$
ACa $= e$

(*) cette courbe est une portion de la projection de l'hél
le joint continu : mais cette portion est trop peti
diffère d'une quantité d'un arc de cercle.

$$CDB = \theta$$

$$BED = \beta$$

$$Cc = r \sin. e$$

$$cl = r \sin. e \cot \theta = be$$

$$Eb \text{ tang. } \beta = bf$$

$$be - bf = fe$$

insi trouvé un nombre suffisant de distances spondant à un nombre égal de divisions de , ou de son développement B E, et aussi de ons cette dernière ligne en un même nombre égales (ainsi que l'indique la fig. 19 *e*, *f*, *g* *e'* *f'*, *g'*, *h'*, *etc.*)

cune des divisions menons les ordonnées *f e*, isant toutes l'angle D *f e* égal à DEB qui est liçoïdal de l'intrados dont il a déjà été ques- ır ces ordonnées appliquons les quantités telles réalablement calculées, la courbe DeE, tracée points ainsi obtenus, sera le développement

e ne donne qu'une moitié du développement : les ordonnées pour la seconde moitié sont elles de la première, mais elles sont portées côté de la ligne D E, et dans un ordre inverse.

CHAPITRE IV.

Application des formules précédente

Après l'exposition des principes précédents plication à un ou deux exemples pratiques beaucoup l'intelligence de cette théorie.

Supposons qu'il s'agisse de construire un pieds) 10, ^{m} 058 d'ouverture droite (mesur diculairement aux culées) pour faire passer de fer sur une rue ou sur une route, à u telle que l'on puisse adopter sans inconvéni cintre pour section droite, et que l'angle la direction du chemin avec celle de la route Supposons également que la largeur hors œuv ou d'une tête à l'autre soit de (31 pieds) 9, ^{m} l'épaisseur de la voûte, ou la hauteur des dans la section droite, soit de (2 pieds 0 ^{m}, 762; le développement et l'élévation par les figures 19 et 20, sont relatifs à ces dim

EXEMPLE I.

Dimensions d'un pont en plein-cintre, d'ouverture et oblique à cinquante degrés, saye d'un chemin de fer sur une route (*a*) :

(*a*) La voûte du viaduc de Watfort sur le chemi Londres à Birmingham est à peu près de ces dimensi demi-cercle dont le diamètre a 35 pieds, et le plan avec l'axe du cylindre un angle de 35°.

Les dimensions ci-dessus données sont celles d'un projet a été fait et envoyé par l'auteur à St.-Péter ctement représenté sur les dessins des fig. 17, 18,

m

du cylindre $r =$ 5,029

du cylindre $e =$ 0,762

ıors œuvre, CL ou b, fig. 5. . . 9,449

droite AB 10,058

oblique AC $= 2r$ cosec. $\theta = 10{,}058$

$\times 1{,}305\ 4 =$ 13,130

de la voûte BC $= 2r$ cot. $\theta = 10{,}058$

$\times 0{,}8391 =$ 8,439

de l'arc BF $= 3{,}1416 \times 5\ 029$ . . 15,791

$$C = \frac{\cot\theta}{\frac{1}{3}\pi} = \frac{0{,}8390996}{1{,}5708} =$$

$341861 =$ tang. $28°, 6', 37'' = \beta$.

de l'hélice de tête, celle à laquelle
; tête sont perpendiculaires,

séc. $\beta = \pi\ r \times 1{,}1337324 =$. 17,912

ons le nombre de voussoirs égal à 47.

r des voussoirs sara donc $\frac{17{,}912}{47} =$ 0,381

des culées CD $= b$ cosec. $\theta = 9{,}449$

$\times 1{,}3054 =$ 12,335

e des joints continus,

ec. θ sin. $\beta = 12{,}335 \times 0{,}47117 =$ 5,812

ance : 5,812 ne correspond point à un nom-
e voussoirs, mais on trouve immédiatement,
la division par 15 que le quotient est plus
0,381 ; le nombre de cours venant se ter-
ıaissance CD sera fait égal à 15. Maintenant
ırique DCK, fig. 5, doit être diminué de
la ligne CK vienne coïncider avec le joint

de la culée, sur un plan parallèle à
remarquera que les petits triangles
dans ou échelons sont semblables à l
on les y trace avec cette équerre apr
gueur de la culée en quinze parties é
l'avons déjà dit. On place l'hypothén
sur la ligne AA', fig. 17 et l'on app
les deux sommets B et C à chaque p
on trace les deux autres côtés. Le de
disposé exactement de la même mani
équerre ayant un des angles égal à l'au
trados. Cette équerre ayant 0,m 61 po
devra avoir une hauteur égale AC =
0,61 × 0,6023 = 0,367.

La différence des angles des deu
précisément le gauche convenable à
du joint transversal, sur le redans d

La poussée de la voûte est parallèl
mativement, au plan des lits, de so
arcboutée dans cette direction, le de
donc consolidé par des contreforts ve
latérales seront respectivement para
terminés vers les terres par des plan
ceux des têtes de la voûte. Quand la

ɪ. 7, découpons une volige ou une tole sous l'angle

= CBO dont la tangente est $\frac{CO}{CB}$. Dans l'exem-

ité $CB = \frac{13,130}{2} = 6^{m},565$, et $\frac{CO}{BC} = \frac{2,542}{6,565} =$

= tang. GBk.

ne $BG = e$ cosec. $\theta = 0,762 \times 1,3054 = 0^{m},995$

< tang. $GBk = Gk = 0,995 \times 0,3871 = 0^{m}.385$.

nous reste plus maintenant qu'à déterminer les arètes urfaces des joints des différents côtés des voussoirs; en d'y parvenir a été expliqué dans le chapitre ent; mais il est bon de faire voir ici comment on le calcul des ordonnées au moyen desquelles on le développement de la tête de la voûte.

léveloppement *fig.* 19, est divisé en vingt parties par les points *e*, *f*, *g*, *h*, etc..., par conséquent itié de l'arc qui, dans ce cas, est un quart de , se trouve divisé en dix parties égales, com- t chacune un arc de 9° et correspondantes aux is *e*, *f*, *g*, *h*, etc... de la première moitié du ppement, *fig.* 19, et aux points *e'*, *f'*, *g'*, *h'* etc..., re moitié.

ble qui suit fait voir la manière d'appliquer les es exposés, et l'usage des formules données à la chapitre précédent.

Angles A C a ou ε	*log. sin. ε.*	*logar. de r cot. ε sin. ε* ou *log. b e.*	valeurs de *b e.*	valeurs de *b. f.*	ordon- nées *f e* ou *b e —*
1	2	3	4	5	6
9°	9,194 3324	1,819 6275	0.660	0.422	0.2
18	9,489 9824	0,115 2775	1.304	0.844	0.4
27	9,657 0468	0,282 3419	1.916	1.266	0,6
36	9,769 2187	0,394 5138	2.480	1.688	0.7
45	9,849 4850	0,474 7801	2.984	2.110	0.
54	9,907 9576	0,533 2527	3.414	2.532	0.
63	9,949 8809	0,575 1760	3.760	2.954	0.
72	9,978 2063	0,603 5014	4.010	3.376	0.
81	9,994 6199	0,619 9150	4.168	3.798	0.
90	10,000 0000	0,625 2951	4.220	4.220	0.

Explication de la Table ci-dessus.

La colonne n.° 1 contient les différentes valeurs buées aux arcs dont on cherche les ordonnées corre dantes et pour plus de facilité, nous avons divisé le cercle en dix portions égales.

a colonne 2 donne les logarithmes des sinus des colonne 1.

colonne 3 donne les logarithmes des lignes *e, fig.* 23, on les obtient en rajoutant log. r + à chacun des nombres de la colonne 2.

s le cas actuel log. r = log. 5,029 = 0,70148:

log. *cot.* θ = log. 50° = 9,923813

log. r *cot.* θ = 0,625295·

s log. ajouté à chacun de ceux de la colonne 2 donne og. inscrits dans la colonne 3.

ı colonne n.° 4 donne les membres correspondants logarithmes de la colonne n.° 3.

ı colonne n.° 5 contient les valeurs de $b\,f$ que l'on nt très-aisément ainsi qu'il suit. Le développe- t 6E du quart de cercle, *fig.* 23, étant divisé lixième, les perpendiculaires $b\,f$ divisent aussi DE ixièmes, et les lignes $f\,g$, tirées des points d'in- ction f, parallèlement à BE, divisent BD aussi ix parties égales. BD est la demi obliquité de la voûte st, ainsi que nous l'avons vu précédemment, égale à 9; par conséquent BD = 4^{m}219, et les autres va-

de $b\,f$ sont respectivement égales à $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$

. de 4^m,22, ce qui est évident à la simple inspection colonne 5.

olonne n.° 6 contient la différence des nombres des es 4 et 5 et donne les valeurs des ordonnées $f\,c$, ·tées aux points de division de la ligne DF, *fig.* 10, parallèles à l'axe du cylindre donnent le moyen ir le développement de la courbe de la voûte dans le tête.

veloppement, pour être de quelque utilité pra- t être placé de grandeur naturelle sur une plate- n ne peut l'obtenir exactement que par le calcul.

Exemple II.

ns d'un pont de (30 pieds) 9^m,743 d'ouverture 'uit sur une route, sous un angle de 30°.

	m
ylindre	5.279
ıdit cylindre	0.914.

Largeur hors d'œuvre 9

Ouverture droite 9

Ouverture oblique $= c.\ cosec.\ \theta = 9{,}144 \times 2 =$ 18

Obliquité de la voûte $= c.\ cot.\ \theta = 9{,}144 \times 1{,}732 =$ 15

Pour obtenir la longueur de l'arc de cercle de la voûte remarquons que nous avons $\frac{4{,}572}{5{,}279} =$ 0,86606508 = sinus de la moitié de l'arc de la voûte = sinus 60°. 0'. 10", l'arc entier sera donc de (60°. 0', 10") 2 = 12°. 0'. 20".

La longueur de cet arc serait pour un rayon égal à l'unité, d'après les tables de Hutton, égale à 2,0944436, pour un rayon de 5,279, la même longueur sera de $9{,}0944 \times 5{,}279 =$. . 11

$$Fig.\ 8.\ Tang.\ BCG = \frac{c.\ cot.\ \theta}{a} =$$

$$\frac{9{,}144 \times 1{,}732}{11{,}056} = 1{,}43243 = tang.\ (55^{\circ}.4'.9'') = \beta$$

La longueur de la spirale de tête $= a$ sec. β $= 11{,}056 \times 1{,}746{,}459 =$ . . . .

Le nombre de voussoirs que l'on peut adopter sera de 51. Leur épaisseur sera donc de $\frac{19{,}3\ \ 9}{51}$ = à peu près . . . .

La longueur des culées est b *cosec* θ . . = $9{,}449 \times 2 =$ 18

La divergence des assises $= b\ cosec.\ \theta\ sin.\ \beta$ $= 9{,}449 \times 2. \times 0{,}8198438 =$ 15

Cette longueur correspond à peu-près à l'épaisseur de 41 voussoirs, ce sera donc le nombre des assises allant aboutir aux culées par une extrémité.

rendrons donc pour divergence finale

$\times 41 =$ 15,524

; prenons cette longueur comme le sinus
: héliçoidal de l'intrados, rapporté à
ur des culées comme rayon, (exemple 1)

$$\text{is}\ \frac{15,524}{18,898} = 0,8214546 = sin.\ \beta_s =$$

, 13', 40'') et le pas de l'hélice dont cet
esure l'inclinaison sur l'angle héliçoi-
extrados, de même que la distance fo-
nt calculés d'après la valeur de β^s.
de l'angle modifié, ou *tang.* β_s =
1. La sécante du même angle, ou sec. β_s
243; le pas de l'hélice = *a cot* β_s =
0,694234 . . . . 7.675

remarquer que les tangentes trigono-
s des angles héliçoidaux de l'intrados
trados, en prenant le pas de l'hélice
ayon sont respectivement le développe-
l'arc des sections droites de l'intrados
xtrados. Lors donc que l'on a une de
ntes, l'autre s'obtient en établissant une
on au moyen des rayons *r* et *r+e* ;

$$\text{i a}\ .\ \frac{r+e}{r} \times tang.\ \beta_s = tang.\ \varphi =$$

$$\frac{0\ 914}{\quad} \times 1,4404351 = tang. \quad 59^{o},23',7''$$

cante de cet angle est 1,9636236,
ifférence des angles héliçoidaux = . 4°, 9' 18''

$g.\ (4.^{o},\ 9',\ 18'') = 0,0726\ 257$

L'excentricité théorique CO $= \frac{c. \cot.^2 \theta}{a} \cdot (r+e$

$= \frac{9,144 \times (1,732)^2}{11,056} \times (5,279+0,914) = 15,366$

L'excentricité modifiée sera $= r \cot. \theta \tan g. \varphi$

$=5279 \times 2 \times 1,689933 =$ 15ᵐ

Les règles à côtés parallèles et divergents pou taille des lits des voussoirs, devront avoir nécessaire une longueur égale à la hauteur desdits voussoirs, à-dire, à 0ᵐ,914 chacune, et si on les applique à 1 de distance l'une de l'autre, la largeur de la dernièr vra être plus grande de $l \tan g. \delta = 1,067 \times 0,07$ 0ᵐ077 à une extrémité qu'à l'autre. Les règles étant pliquées, ainsi qu'il vient d'être dit, a la distance 1ᵐ l'une de l'autre, mesurée sur la douelle du voussoi deux autres extrémités doivent se trouver à une dist

$l_2 = l. \frac{sec. \ \varphi}{sec. \ \beta_2} = 1,067 \ \frac{1,963}{1,753} = 1^m,194$, la d

gence, dans ce cas étant de 0ᵐ,127.

L'équerre pour marquer les angles hélicoïdaux o redans ou gradins, tracer les lignes d'axe su douelles des voussoirs sera construite ainsi qu'il sui la base est de 0ᵐ,610, la perpendiculaire sera 0 $\times \tan g. \beta_2 = 0,61 \times 1,44 = 0^m,878$, le plus grand gle : 55°, 13′ étant celui que font les joints conti leur rencontre avec la ligne de naissance.

Pour obtenir l'angle d'arasement de la tête de la c qui n'est autre que l'angle du premier joint de tête naissance de la voûte, nous avons :

$$\frac{\textit{L'excentricité + le rayon — sinus verse}}{\textit{la demi-ouverture oblique}} = \textit{tan}$$

ngle de tête à la naissance, ou d'arasement de l' é de la culée.

Tel est le meilleur moyen pratique de l'obtenir, ce qui : évident par l'inspection du dessin.

La table suivante donne le moyen de calculer les ornnées pour obtenir le développement de la tête de la âte.

Angles C a au ι	Log. sin. ι	Log, r × sin. ι cot θ ou log· be.	Valeurs de be.	Valeurs de bf·	Ordonnées fc ou $be - bf$.
6°	9.0192346	1.9803508	0.956	0.792	0.164
12	9.3178789	0.2789951	1.904	1.584	0.317
18	9.4899824	0.4510986	2.824	2.375	0.449
24	9.6093133	0.5704295	3.749	3 167	0.552
30	9.6989700	0 6600862	4.572	3.959	0.613
36	9.7692187	0.7303349	5.374	4.751	0.623
42	9.8255109	0.7866271	6.118	5.543	0.575
48	9.8710735	0.8321897	6.795	6.334	0.461
54	9.9079546	0.8690738	7.397	7.126	0.271
60	9.9375306	0.8986468	7.918	7.917	0.001
60° 0′ 40″	9.9375308	0.8986470	7.918	7.918	0.000

Explication de cette Table

Colonne n.° 1. Elle contient les différentes valeurs attribuées aux arcs dont on cherche les ordonnées correspondantes. *Et comme l'arc total contient* 60°, 0′ 20″, le nombre entier de degrés, ou 60, a été divisé en dix,

l'on a d'abord, de l'obliquité de la voûte, qui est 7,
retranché une quantité correspondante à 10″, c
réduit le nombre à 7,918, qui correspond aux 60
nous avons divisés en dix parties. On opère ainsi un
ment dans le but de faciliter l'opération.

Nous avons $log. \quad r = 0,7225517$

$log. \ cot. \ \theta = log. \ cot. \ 30° = 0,2385606$

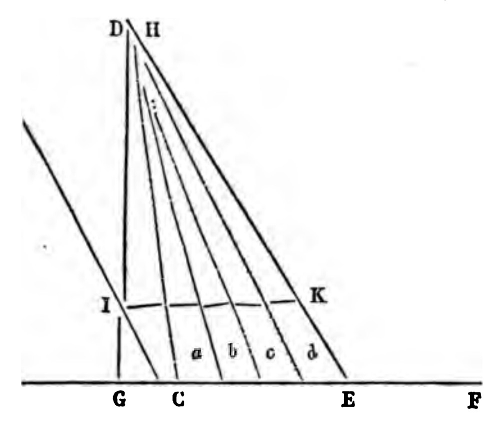
$log. \ r \ cot. \ \theta' = 0,9611123$

En ajoutant ce nombre à chacun de ceux de la col
n.° 2 on aura ceux de la troisième colonne. L'explic
des autres colonnes est la même que celle donnée p
demment.

Nous pensons que ces deux exemples de la méth
suivre pour faire les calculs que comporte un proj
voûte oblique seront suffisants.

Dans les ponts qui ont une grande obliquité, les a
des pierres sont non-seulement difficiles à garantir,
on peut même dire qu'ils sont presque inévitable
cassés dans la pose, par la manœuvre ou par des
accidentels. Pour parer à cet inconvénient nous
employé l'artifice suivant : On abat du côté de l'ang
gu du pont les arêtes des voussoirs sur une profond
mesurée sur la naissance, telle que la voûte pa
avoir un voussoir de plus. La quantité retranchée de ch
voussoir a toujours la même profondeur suivant les g
ratrices du cylindre : mais, sur le plan des têtes, el
toujours diminuant de l'angle aigu à l'angle obtus, o
est nulle. Par ce procédé on évite d'avoir des angles
petits que des droits sur les parements du pont. La l
terminant, dans le plan des têtes la nouvelle surfac
tradossale résultante de cette opération est une courb
liptique plus grande que la première, l'aspect de la v
est élégant et plait à l'œil. Cette disposition est re ré
tée sur le plan, l'élévation et la section des planch
et 4. Le premier est le dessin d'une voûte en arc
ercle surbaissée, oblique à 30°, le dernier se rappor
ne arche en plein cintre oblique à 25°.

allons expliquer la méthode que nous avons suivie
:terminer la quantité à couper sur chaque voussoir
'nir ainsi l'éllipse supérieure : soit ACB dans la
:i-contre l'angle aigu du pont, et DEF l'angle obtus:
, d'après la division en assises de la voûte, la dis-
G telle qu'en enlevant le triangle ICG à la naissance
:çoive un voussoir de plus : tirez alors GH perpen-



re à AC et rencontrant en H la culée opposée
ıngée si c'est nécessaire), du point I où GH ren-
CB menez IK parallèle à la face CE. La portion
ıssoirs comprises entre les plans verticaux passant
: et GE devra être retaillée pour former l'ellipse su-
re et donner à l'arche ce qu'on nomme ordinairement
ısement en forme de cloche (a bell-mouth). Elle
t être retouchée en aucun autre point de la voûte,
ans de la ligne IK. Le point H est au niveau de la
ıce de la voûte ; et si nous supposons que la ligne
ıurne autour du point H comme centre, en s'ap-
t sur la section elliptique de l'intrados par le plan
epuis le point I jusqu'au point K, ainsi que c'est
é par les lignes ponctuées Ha, Hb, Hc, Hd..., et

mouth) dont il est question.

En se reportant aux planches a
quera que dans chaque dessin , les vo
à l'intrados en gradins qui facilitent l
murs en retour des têtes ; sans cette
au-dessous de l'angle aigu courrait ri
de la voûte.

CHAPITRE V.

Mode de Construction.

ıvoir disposé les culées ainsi qu'il est indiqué au :hapitre, on montera le cintre et on placera couchis, en ayant soin de bien les fixer, ils voir une longueur suffisante pour saillir de quelces sur les plans de tête de la voûte. Cela fait, ; de ce cintre sera préparé de la manière suin de guider les maçons dans la pose des vous-

d les arêtes de l'intrados la voûte dans le plan :ront tracées sur les couchis, (ou mieux encore aire en plâtre recouvrant tout le cintre) : les projètent sur le plan suivant les lignes AB, A'B', . 24. Divisez alors en deux parties égales la le tête et joignez les points milieux par la ' qui, à son tour, sera partagée en autant de ue les culées. Les lignes à tracer sur le cintre les joints discontinus des assises et sont des héur les obtenir, prenez une règle mince, flexible, te et d'une longueur suffisante. On se sert ordiıt d'une volige de sapin d'un demi-pouce d'épais- douze pouces de largeur et de vingt-cinq pieds eur ayant ses deux côtés, ou au moins un, par- : dressés. Si, maintenant le pont est de dimenes, que la règle puisse atteindre des culées à la sommet (c'est-à-dire que la règle doit avoir ı la moitié de la longueur de l'hélice de tête) on :ette règle en autant de parties qu'il y a de vous- s la moitié de la voûte, après avoir toutefois : de la longueur de la règle la moitié de l'épais-

seur de la clef. On applique ensuite cette règ
première division de la ligne de naissance, et su
mière division de la ligne du sommet, c'est-à
ses deux extrémités coïncideront avec les join
fig. 23, *pl*. 3, et l'on tracera au pinceau suiv
règle, une ligne sur l'aire du cintre en ayant
marquer en même temps d'un point les division
d, *e*, etc... des voussoirs sur chacune des hélice
auprès de chaque plan de tête. Tirons maint
commençant du côté de l'angle obtus A′, une
de ligne sur l'extrados du cintre ; au moyen d
droite, la première ira du point ou le premier jo
l'hélice de tête, auprès du parement de la voût
mière division de la ligne de naissance, ou a
de l'angle héliçoidal ; la seconde ira du deuxi
marqué sur l'hélice de tête à la deuxième divi
sommet du second angle héliçoidal ; la troisièn
troisième point au troisième sommet et ainsi de
qu'à ce que tous les point marqués sur l'hél
soient réunis avec les divisions de la ligne de na
les joints correspondants sur l'autre hélice de
série de lignes représente les joints continus des
on les voit en *aa*′, *bb*′, *cc*′.... en plan et en
fig. 24 et *fig*. 25. Si la voûte est entièrement co
pierres d'appareil ces lignes seront les joints
voussoirs ; si elle est entièrement ou partiellem
truites en briques, les cours de briques devron
rallèles à ces lignes, dans l'un et l'autre ca
qu'elles serviront de directrices.

Dans le dernier cas la maçonnerie de briqu
composée alternativement d'un cours de bricu
neresses et d'un cours en boutisses, afin que l'i
la voûte ait un aspect agréable à l'œil, et, pour
maçons à même d'exécuter le parement avec
nécessaire de décrire sur l'extrados du cintre
nombre d'hélices de tête, parallèles à celle dé
ci-dessus en premier (celles dont les divisions d
les joints continus), il sera suffisant de tracer
à des intervalles égaux à la longueur de deux b
hélices coupent la ligne sommet c d aux poi
x, *y*, etc.

CHAPITRE VI.

Principes de Projection

ge de cette nature serait incomplet, si l'on ne la manière de projeter exactement sur le plan et la section, les lignes spirales ou hélices qui es joints continus et discontinus, lorsque nous out que peu de personnes sont famillières avec de les obtenir avec exactitude.

dans le dessin d'une arche oblique, toutes les ıppareil ont été tracées avec soin et précision, isent un très-bel effet; mais, quand il n'en est on ne peut rien voir de plus pitoyable. Les projection d'une hélice sous divers angles ırononcées, et il n'est guère possible de les un pistolet préparé expressément pour le dessin l'on découpe dans une planchette de bois où uille de carton. Nous donnerons un peu plus ière de tracer les courbes. Supposons que l'on parer les pistolets pour le dessin du pont du emple ci-dessus :

PISTOLETS POUR LE PLAN.

pl. 3. Décrivez le demi cercle ABC avec un à celui de l'intrados. Divisez chaque quart en ıombre de parties égales, c'est-à-dire dix, et les comme dans la figure.

ıngle ADC égal à l'angle d'obliquité du pont, θ dans les formules. Prolongez CD jusqu'en E ›E égale au pas de l'hélice tel qu'il est donné *l.* Prenez AF égal et parallèle à CE, et GF =

dans le chapitre premier

Divisons maintenant l'obliquité
égales, et de chaque division menon
à CD, les points d'intersection de c
avec chacune de celles tirées des div
appartiendront à la projection hori
joints de tête des voussoirs. Ces deu
sur l'intrados de la voûte ; si l'on v
rapportent à l'extrados, on les o
manière.

PISTOLETS POUR L'ÉLÉVATION DE LA

Fig. 26. Deux pistolets sont né
cette élévation : l'un pour la pr
joints continus, l'autre pour la proj
rête DA sur la tête de la voûte. N
projection de ces courbes sur le pl
passant par la ligne ADH. Pour ob
remarquons que les lignes tirées pa
divisions du demi-cercle ABC, sont
plan horizontal des génératrices d
de ces courbes et du demi-cercle qu
même génératrice, sont évidemment

eur au-dessus du plan horizontal, que les di-
lemi-cercle, se projettent sur le plan horizontal
:ion de la projection DF avec les génératrices;
ints nous abaissons des perpendiculaires sur
à partir de cette dernière ligne nous prenions
pendiculaires des longueurs égales à celles
.r le demi-cercle, aux divisions correspon-
s aurons autant de points de la projection de
joints continus. Pour la construction de l'el-
ut décrire pour plus de facilité sur AD un
: égal à ABC.

POUR LA SECTION VERTICALE DE LA VOUTE,
SUIVANT L'AXE DU CYLINDRE.

Deux pistolets sont aussi nécessaires pour tra-
upe : un pour la projection des joints continus
sant aux deux extrémités du pas de l'hélice
ui sert, pour ainsi dire, de base; et un
nts de tête DA, aboutissant aux extrémités de
.G ou CD qui sert de base au premier joint.
:es de chacune de ces projections se déduisent
:tion horizontale absolument de la même ma-
s précédentes, en abaissant des points d'inter-
génératrices projetées du cylindre, avec les
horizontales de ces courbes, des perpendicu-
ligne CF, et prenant sur ces perpendiculaires
; respectivement égales à celles des divisions
ntes dans le demi-cercle. Cela est trop simple
der une plus longue description.
s projections des hélices sont des sinussoïdes
cisses ne varient pas dans le même rapport.
s décrites sont connues sous le nom de courbes
s (*a*) ; et les ordonnées étant équidistantes il
que ces courbes peuvent être obtenues indé-
t de la projection horisontale, en divisant
en parties égales et prenant les ordonnées
ole de sinus. Leurs bases (ou plus exactement
sont connues par les formules données pré-

'raité de Géométrie de Leslie, sur les lignes courbes,

Les courbes projetées sur l
moyen desquelles le projet du
tion dans le 1.er exemple a été
explicites nons allons exposer
usage.

Lignes du

Les lignes directrices des jo
avons supposé tracées sur l'ex
qu'on les voit en projection sur
tions de la courbe F I O D *fig.*
à l'aide d'un pistolet, dont l'u
que F, est toujours en conta
naissance, en un de ses points
prolongement vers I de cette
extrémité D, fig. 26, est toujo
division correspondante sur la cu
position du pistolet, on trace tou
interceptée par les plans de tête
plique de la même manière au
ainsi de suite.

Les projections des joints de
les joints continus à angle dro
d'un pistolet découpé suivant
extrémité étant en contact en u

de la ligne de naissance (ou de cette ligne suf-
ent prolongée) ainsi qu'on le voit dans la fig. 25,
tre H restant sur la base, on tracera la portion
e courbe comprise entre les projections des deux
s de tête, et l'on répétera la même opération jus-
que tous les joints soient tracés.
joints transversaux, à angle droit sur les précédents
cés de la même manière au moyen d'un pistolet
é sur la courbe dont la base est D A en l'appli-
e même sur les lignes des naissances.

Lignes de la coupe suivant l'axe.

ignes des joints continus comme on les voit dans
17 pl. 3, sont tracées avec un pistolet F I O G,
dont on applique la base sur la ligne de nais-
t l'une de ses extrémités a un des points de di-
de cette ligne, suffisamment prolongée si c'est
ire, ainsi qu'on le voit en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *etc.*
joints de tête, qui sont à angle droit sur ces der-
sont tracés par un pistolet G I O A fig. 26, la
A est toujours appliquée sur la ligne de naissance
des extrémités à l'intersection de cette ligne avec
ls transversaux, nous pensons que les explications
ntes doivent être suffisantes.

CHAPITRE VII.

Etude plus appprofondie, et conclusion (a).

On se demandera naturellement jusqu'à quel degr d'obliquité il est convenable et possible de construire u pont d'après les principes qui viennent d'être exposés Nous tâcherons de donner une solution de cette ques tion ou du moins de l'éclaircir un peu. Pour y parveni prenons un pont oblique à section droite demi-circulair

(a) *L'auteur suppose que le lit, à surface spirale, confond dans l'élément voisin du plan de tête, avec plan passant par le joint de tête et la tangente à l'héli au point où elle pénètre le plan de tête; et il cherche relation qui doit exister entre l'angle d'obliquité et hauteur du joint au-dessus des naissances pour que plan soit perpendiculaire à celui de tête.*

Soient EA, A′A″ *les traces horisontale et verticale plan de tête fig.* 29 *bis* AEH *l'angle d'obliquité* θ, *soit* E′ *le point de l'ellipse de tête pour lequel le plan passa par joint et la tangente à l'hélice est perpendicula au plan de tête; la trace horizontale de ce plan sera* E *ligne perpendiculaire sur* AE.

Imaginons au point E *un cône ayant pour axe la gé ratrice du cylindre qui se projette sur* EH, *et pour an au sommet, l'angle* β, *le cône se projetera horisonta ment dans le triangle* TET, *et si à une distance* EH *nous prendrons égale à l'unité, pour plus de simpli dans les calculs, nous fesons une section droite du c et du cylindre, cette section sera représentée dans le p vertical par les cercles* E′T′, E′C.

Une tangente quelconque aux hélices intradossale parallèle à l'une des génératrices de ce cône. La

construit en tous points d'après les principes précé-
dents : il s'agit de trouver à quelle hauteur au-dessu
du niveau de l'axe du cylindre, la poussée de la voût

---

tion verticale de la tangente à l'hélice au point E *doit êtr* *tangente à la section droite du cylindre, cette projectio* *sera donc* E'F'. *Cette tangente doit de plus, par hypothès* *se trouver dans le plan perpendiculaire* EB, *il faut do* *que la trace verticale de ce plan passe par le point* F', *o* *a un autre point de cette trace en projectant* B *en* B', *e* *est donc* B'F'.

Si par le joint du point E, *et par la génératrice* EH *cylindre, nous menons un plan, il coupera le plan de s* *tions droites suivant* E'O, *le point* O *étant le foyer,* CO *ce qu'on a appelé l'excentricité; la ligne* OE' *prolong* *devra couper la trace verticale* A'A'' *du plan de tête* *même point* A'' *que la trace verticale du plan perpend* *culaire* EB.

Cherchons quelle valeur il faut donner à l'angle τ, *o* *ce qui revient au même, à quelle hauteur, au-dessus* *plan des naissances, doit se trouver le point* E *pour q* *ces conditions soient remplies.*

Remarquons d'abord que l'on a :

$$\mathrm{EH} = 1,\ \mathrm{AH} = \text{tang. } \theta,\ \mathrm{HB} = \text{cot. } \theta,\ \mathrm{TH} = \mathrm{ET'} =$$

$$\text{tang. } \beta = \frac{2 \text{ cot. } \theta}{\pi};$$ *l'angle* A'E'A''=OE'B', *donc*

nous avons $\frac{\mathrm{A'A''}}{\text{tang. } \theta} = \frac{\mathrm{CO} + \mathrm{r} \sin. \tau}{\mathrm{r} \cos. \tau}$ d'où A' A''

$$\frac{2 \text{ cot.}^2 \theta (\mathrm{r}+\mathrm{e}) + \pi \mathrm{r} \sin. \tau}{\pi \mathrm{r} \cos. \tau} \text{ tang. } \theta$$ *Dans les tria*

semblables A'A''B', F'F''B, *nous avons :*

$$\mathrm{A'A''} : \text{tang. } \theta + \text{cot. } \theta :: \text{tang.} \beta \cos \tau : \text{cot. } \theta - \text{tang.}$$

$$\mathrm{A'A''} = \frac{(\text{tang. } \theta + \text{cot. } \theta) \text{ tang. } \beta \cos. \tau}{\text{cot. } \theta - \text{tang. } \beta \sin. \tau}$$

sera perpendiculaire au lit (ou surfac
voussoirs). Nous ferons d'abord remarq
que les joints continus font avec l'ho

$$A'A'' = \frac{2(\text{tang.}\,\theta + \text{cot.}\,\theta)\,\text{cot.}\,\theta\,\text{cos.}\,\tau}{\pi\,\text{cot.}\,\theta - 2\,\text{cot.}\,\theta\,\text{sin.}\,\tau} = \frac{2(\text{tan}}{\pi}$$

$$= \frac{2\,\text{cosec.}^2\,\theta\,\text{cos.}\,\tau\,\text{tang.}\,\theta}{\pi - 2\,\text{sin.}\,\tau}$$ *d'où*

$$\frac{2\,\text{cosec.}^2\,\theta\,\text{cos.}\,\tau}{\pi - 2\,\text{sin.}\,\tau} = \frac{2\,\text{cot.}^2\,\theta\,(r + e)}{\pi\,r\,\text{cos.}}$$

Egalant ces deux valeurs de A'A'', *et*
tion par rapport à sin. τ, *on trouve :*

$$\text{(B)}\quad \text{Sin.}\,\tau = -\left\{\frac{\pi}{4}\,\text{tang.}^2\,\theta - \frac{1}{\pi}\right.$$

$$\sqrt{\left(\frac{\pi}{4}\,\text{tang.}^2\,\theta - \frac{1}{\pi}\cdot\frac{r+e}{r}\right)^2 +}$$

$$\text{ou}\quad \text{Sin.}\,\tau = -\left\{\frac{\pi}{4}\,\text{tang.}^2\,\theta - \frac{1}{\pi}\right.$$

$$\sqrt{\left(\frac{\pi}{4}\,\text{tang.}^2\,\theta - \frac{1}{\pi}\cdot\frac{r+e}{r}\right)^2 +}$$

Telle est la valeur de l'angle τ, *où le p*
le joint et la tangente à l'hélice est per
plan de tête.

L'auteur parvient à la valeur du sinus
qu'un plan vertical MN fig. 29 bis, *perp*
plan de tête, coupe le joint et la tangente
points situés à même hauteur au-dessus d

, *mais il prend pour la hauteur* N'N''

l'axe excède toujours celui que le joint de tête du lu premier voussoir fait aussi avec l'horison ; ou, d'autres termes, l'angle héliçoïdal de l'intrados est

---

faisant EM $= 1$, *tandis que cette hauteur est*

$\frac{\text{osec. } \theta \cos. \tau}{\text{r } 2 \cos. \tau}$. *et, dans la même hypothèse.* M'M"$=$

$\frac{\text{r} + e) \cot.^2 \theta + \pi r \sin. \tau}{\pi r \cos. \tau}$ sin. θ, *l'égalité de ces*

leurs conduit à l'équation (B) *ci-dessus.*

Pour la discussion de la valeur de τ, *nous remarque-is que cet angle est toujours égal à* H'E'F'. *Si, à partir zéro, on fait toujours augmenter cet angle, la ligne ti-par les points* B' *et* H" *va rencontrer la verticale* A'A" *des points* A" *qui s'élèvent de plus en plus jusqu'à que le rayon* E'H" *vienne passer par le point de tan-ice de la tangente menée au cercle du point* B', *si* τ *tinue à croître, les points tels que* A" *déterminés par sécante passant au point* B', *s'abaissent de plus en plus, idis que les points correspondants à* A" *déterminés par ligne* OE', *qui s'élèvent sur* A'A" *à partir du* τ = o *itinuent encore à s'élever après que la sécante a atteint maximum d'élévation. Il suit de là que toute valeur l'arc* τ *qui satisfait aux conditions imposées est com-se entre le point* H' *et le point de tangence de la tan-ite menée du point* B' *à la section droite du cône. Pour point de tangence que nous supposons être* K, *nous ms :*

$$\text{E'K} = \text{E'B'} \sin. \tau \text{ ou } \frac{2 \cot. \theta}{\pi} = \cot. \theta \text{ sic. } \tau \text{ d'où}$$

$$. \tau = \frac{2}{\pi}$$ *D'où il résulte que quelle que soit l'obliquité.*

igle τ *ne peut dépasser* 39°32', 25", plus θ augmente, *-à-dire, plus l'obliquité diminue.* Plus τ s'approche

toujours plus grand que l'angle G B k,
l'excède d'une quantité telle que le lit du
naissance de la voûte n'est pas à angle droi

---

*de cette limite qu'il ne peut atteindre que po
c'est-à-dire lorsqu'il n'y a plus d'obliquité.*

*Lorsque θ est tel que τ est plus petit que
dessus, la sécante partant de B′ coupe la sect
cône en deux points situés l'un à droite l'aut
du point* k; *par les motifs déduits ci-dessus,
dernier qui soit une solution du problème pr
F″ détermine une tangente à l'hélice partan
du plan de tête à une hauteur angulaire éga
le plan qui passe par cette tangente et le joi
perpendiculaire au plan de tête, il est situ
ainsi il aurait pour traces verticale et horiz
et EB₁, tandis que le plan perpendiculaire a
traces A″B′ et EB. Remarquons en passant
menés par les joints correspondants à des arc
que H′F′, et les tangentes à l'hélice en ces
tous au-dessous du plan perpendiculaire a
par le joint, tandis que les plans menés par d
respondants à des angles plus petits que
tangentes aux hélices, seront au-dessus du
diculaire. Celà ressort d'une manière évide
teurs N′N″ et M′M″ données ci-dessus, la prem
à mesure que l'angle τ augmente, tandis que
contraire augmente, et vice-versa quand on
τ des valeurs plus petites que l'angle H′E′F
ces deux hauteurs sont égales. Si, au lieu de c
hélices partant de points de plus en plus éle
de E, nous considérons l'hélice intradossale
point, dans la partie qui s'élève de E vers le
nant du cylindre, et qu'au point considéré n
passer un plan parallèle à celui de tête, no
appliquer à ce point le même raisonnement q
fait pour celui qui se trouve à la même hau
lipse de tête, c'est-à-dire que le plan mené pa
à l'hélice en ce point et une ligne détermin
joint de tête situé à même hauteur, sera
plan perpendiculaire à celui de tête.*

de tête, et par conséquent ne présente pas une ré
perpendiculaire à la poussée, ce qui est essent
la stabilité parfaite du pont.

---

*Si l'on regarde le lit du cours de voussoir par
point E comme se confondant, dans chacun de
ments, avec les différents plans menés par la tan
l'hélice, à l'origine de chaque élément, et la lig
dans la section parallèle au plan de tête, passe p
même origine et le foyer de cette section, il s'en
que chaque élément du lit sera au-dessous du pla
normalement à la tête par cette dernière. Ainsi,
de voussoirs qui s'appuie sur le lit dont le joint
est E'A'' tendrait à glisser vers l'intérieur de la
la gravité ne s'opposait à ce mouvement, qui ne p
en effet avoir lieu qu'autant que le cours de vouss
tend à le prendre s'élèverait verticalement. Si l'
gine pour un instant, que le cours de voussoirs
tion prenne un très-petit mouvement, les points
trouvaient dans le joint EA'' seront descendus r
ment à ce joint et se seront élevés verticalemen
a quelque chose d'analogue à ce qui se passe dan
d'Archimède où l'eau s'élève verticalement en des
toujours, pour ainsi dire, sur l'hélice.*

*Tout ce que nous venons de dire se rapporte à
tié de la section elleptique située du côté de la
angle aigu. Mais il est facile de se rendre compt
de nouveaux calculs, de ce qui a lieu pour l'au
tié, celle du côté de la culée à angle obtus. Suppos
tournant autour du petit axe de l'ellipse, elle
s'appliquer sur la première. Au point E, fig. 2
plan du joint E'A'' et de la tangente à l'hélice
mal à la tête, le cours de voussoir qui s'appuie s
passant par ce joint ne tendra à glisser ni en d
en dedans du plan de tête; en un autre point pl
que E, ce cours de voussoirs qui, dans la premi
tié de la voûte, aurait tendance à glisser vers l'i
de l'arche aura au contraire, dans la seconde
celle du côté de la culée à angle obtus, tendance
hors du plan de tête. Toute la portion du cours
soirs comprise entre le point considéré et un a*

gravité. On peut appliquer le même
les points situés entre le point F et l
que dans la portion de voûte, au-d
tuée du côté de l'angle aigu, c'est
s'oppose au glissement hors du pla
quelconque de voussoirs sur celui qu
dans la portion symétrique, situé
obtus, la forme du lit permettrait a
ment hors du plan de tête, tandis q
s'y oppose.

Si nous considérons actuellement
du niveau du point E, du côté de la
nous voyons que de même que la for
concourent du côté de l'angle aigu,
vu, à faire glisser les cours de vo
de tête, de même, du côté de l'angle
ses se réunissent pour rendre possib
l'intérieur de la voûte si les lits a
de E, du côté de l'angle obtus von
culée, elle doit pouvoir résister à cet
se terminer à l'autre tête, il n'y a q
cohésion des mortiers qui puissent
donc conserver de la voûte que la
niveau du point E.

La hauteur de ce point varie s
formule B donne le moyen de déter

on de la portion correspondante de l'intrados, fig. 28, est égale à A C fig. 27), l'angle C A C' ui que les joints continus de l'intrados font avec

---

°, sin. $\tau = - 3,25665 \pm 3,88501 = 0,62836$
$\tau = 38.^\circ\ 56'$

°, sin. $\tau = - 1,24474 \pm 1,86195 = 0,61721$
$\tau = 38.^\circ\ 7'$

°, sin. $\tau = - 0,42210 \pm 1,01754 = 0,59544$
$\tau = 36.^\circ\ 3$[illegible]

°, sin. $\tau = - 0,18516 \pm 0,76341 = 0,57825$
$\tau = 35.^\circ\ 20'$

°, sin. $\tau = - 0,01126 \pm 0,56197 = 0,55071$
$\tau = 33.^\circ\ 25'$

°, sin. $\tau = + 0,12017 \pm 0,38454 = 0,50474$
$\tau = 30.^\circ\ 19'$

°, 40' sin. $\tau = \pm 0,21043 + 0,21043 = 0,42086$
$\tau = 24.^\circ\ 54'$

, 30' sin. $\tau = 0,24965 \pm 0$
$\tau' = 14.^\circ\ 29'$

tion donne comme on voit deux valeurs pour sin. τ. nant le signe + du radical on a la valeur de τ ond à la question. Pour θ = 23° 30', on n'a plus seule valeur pour sinus τ, le radical s'annulle; si it θ plus petit encore le radical devient imaginaire. n considère le signe — on voit que les valeurs de ont plus grandes que l'unité jusqu'à θ = 40°, 30' , ou jusqu'à ce que l'excentricité soit égale au ces valeurs sont comme imaginaires, elles annon- e impossibilité; mais pour des valeurs de θ plus que 40.° 30', on a une valeur de sin. τ négative respond à un angle compté au-dessous du plan des ces. Pour θ = 25.° 40' cet angle devient nul, et urrait croire qu'il répond à la question posée, il rien, c'est toujours la plus grande valeur de sin. τ *ut considérer dans ce cas,* comme dans ceux où

l'horison, à la naissance, et avec l'axe du c
en un point quelconque; soit également B A B'
l'angle que le joint de tête du lit du premier

---

les deux valeurs de sin. τ *deviennent positi*
$\theta = 25.^\circ 40'$ *et* $\theta = 23^\circ 30'$.

Car, pour les angles compris entre la plus p
plus grande des valeurs positives de τ *, ainsi q*
$25^\circ 40'$ *pour les angles compris entre* 0° *et* $24^\circ 5$
passant par la tangente à l'hélice et le joint est
du plan mené perpendiculairement à la tête pa
et un cours de voussoir tend à glisser en dehors
qui le supporte.

Pour bien comprendre comme varient les pla
par le joint et la tangente à l'hélice, on peut

la variation des hauteurs $M'M'' = \dfrac{E + r \sin.}{r \cos. \tau \operatorname{cose}}$

exprimant l'excentricité par $E = \dfrac{2\,(r + e)\,\mathrm{co}}{\pi}$

$N'N'' = \dfrac{\operatorname{cosec.} \theta \cos. \tau}{\frac{1}{2}\pi - \sin. \tau}$. *Lorsque la premiè*

hauteurs est plus grande que la deuxième, le
sant par le joint et la tangente est au-dessous
normal à la tête passant par le joint, quand au
elle est plus petite ce plan est au-dessus du
mal.

La plus petite valeur de $N'N''$ *correspond à*

$-\dfrac{r}{E}$ *l'angle* τ', *ainsi déterminé et compté*

de la naissance est donné par le point de tang
tangente au cercle menée du foyer, qui, pou
possible doit être hors du cylindre, ce n'e
dans ce cas et que la valeur sin. τ' *est ré*
plus petite valeur de $M'M''$ *est donc, en m*

c l'horison, maintenant pour que le premier posé sur A B', ne puisse avoir aucune tenglisser soit en dehors soit en dedans de

---

sa valeur ci-dessus $\frac{E^2 - r^2}{r \text{ cosec. } \theta \sqrt{E^2 - r^2}}$; *la*

orrespondante de N'N'' *est;* $\frac{\text{cosec. } \theta \,(E - r^2)}{\frac{\pi}{2} E + r}$;

isanl, la première devient $1 + \frac{e}{r} \cot.^2 \theta$, *et*

ième, 1. *Ces valeurs, dans la* fig. 29 bis *se rapau point* E'''; *à partir de ce point, ces deux hauıgmentent cimultanément,* N'N'' *plus rapidement tre puisqu'elle lui devient égale en* E'', *où l'angle t celui donné par l'équation* (B), *quand on prend négatif. Passé cet angle, en s'élevant toujours naissance, les deux hauteurs continuent à augsimultanément,* N'N'' *conservant sa supériorité ı point* E, *où les hauteurs redeviennent égales, à le ce point, et en s'élevant toujours vers le som-* M'' *est toujours plus grand que* N'N'' *qui atteint cimum, en un point* K' *de la section droite pour*

angle τ' *est donné par l'égalité sin.* $\tau' = \frac{2}{\pi}$,

= 39°, 32', 25'', = H'E'K, *ce point étant celui né par la tangente menée du point* B' *à la section u cône.*

à partir du point E *tous les plans menés par le la tangente à l'hélice sont au-dessous du plan nortête passant par le joint, comme nous l'avions admis, sans le démontrer.*

ıd l'angle d'obliquité est égal à 23° 30', *la forne donne qu'une valeur positive pour sin.* τ, *il n'y lors qu'un seul point du demi cylindre de gauche*

de la tangente soit perpendiculaire au
tous les autres points, ce plan est au
normal, et alors on peut conserver dan
cylindre entier. Si on le fesait pour l'
ainsi que le dit l'auteur, on aurait un
partir du point des naissances, où les p
des tangentes seraient au-dessus du pl
les valeurs de θ *comprises entre 25°, 4*
donnent pour τ *deux valeurs* τ' τ'' *pos*
partir de τ' *jusqu'à* τ'' *un arc* τ'' —
joint et de la tangente serait égalem
plan normal.

Enfin quand $\theta < 23°, 30'$, *les vale*
viennent imaginaires, il n'y a plus d
pour lequel le plan de la tangente et
pendiculaire au plan de tête, partout c
au-dessous de celui mené par le joint
tête, et alors, pour une valeur quelconq
on peut conserver toute la demi-voûte.

La discussion à laquelle nous venons
que nous avons cru devoir développer u
parce qu'en quelques points nous ne som
avec l'auteur, indiquerait qu'une voûte
tant plus facile à construire que l'obl
grande. Mais il faut remarquer que

la ligne B A, *fig.* 27, une ligne B C tracée sur le lit du voussoir, à angle droit sur B A, doit être horizontale.

A C, *fig.* 28, est égal à A C, *fig.* 27; A B *fig.* 29, est égal à A B, *fig.* 27; tirons les perpendiculaires C C′ *fig.* 28, et B B′ *fig.* 29; il est évident que pour que B C, *fig.* 27, fût horizontale, les lignes C C′, *fig.* 28, et B B′ *fig.* 29, dont les points B′ et C′ sont respectivement les extrémités de B C, *fig.* 27, devraient être égales.

Fig. 29. B B′ = tang. B A B′ rapportée au rayon A B,

---

mule B *pour chaque valeur de* θ, *il en résulte que l'ouverture droite est* 2 r cos. τ, *et l'ouverture oblique*

$$\frac{2 \text{ r cos. } \tau}{\text{sin. } \theta}$$ *; la montée sera* r $\left(1 - \text{sin. } \tau\right)$, *et par suite le surbaissement sera* $\frac{(1 - \text{sin. } \tau) \text{ sin. } \theta}{2 \text{ cos. } \tau}$. *Et remplaçant* sin. τ *et* cos. τ *en fonction de* θ, *on voit que le surbaissement devient plus fort quand* θ *diminue, il est égal à environ* 1/4 *pour* θ = 75°, *et à environ* 1/4 *pour* θ = 25°, 40′, *ce sont des limites que l'on peut atteindre, mais il n'en est pas moins vrai que le surbaissement vient diminuer l'avantage que paraissent présenter les plus fortes obliquités*

On peut construire des arches obliques, à section droite demi-circulaire, bien que l'angle d'obliquité soit plus grand que 32°, 30, *parce que le frottement et la cohésion des mortiers s'oppsent au glissement que permettraient les lits des voussoirs. En faisant entrer cette considération en ligne de compte on verrait que l'on peut toujours laisser subsister le plein cintre, mais ces voûtes ont, pour ainsi dire, un vice originel : leur stabilité est moins grande que celle des voûtes droites et tôt ou tard elles peuvent se lézarder, tandis qu'en les construisant d'après les principes ci-dessus exposés, elles sont, dans un état d'équilibre stable qui se maintiendraient lors même que les différents cours de voussoirs n'éprouveraient aucun frottement les uns sur les autres,* et que le mortier *n'aurait aucune cohésion.*

que nous pouvons prendre pour l'unité : et, en rep
nos premières notations.

$$BB' = \text{tang. } BAB' = \frac{CO}{AC} = \frac{\text{cot.}^2\,\theta}{\frac{1}{2}\ \pi} \cdot \frac{r + c}{r \text{ cosec.}}$$

$$= \frac{\text{cot.}^2\,\theta \text{ sin. } \theta}{\frac{1}{2}\ \pi} \cdot \frac{r + c}{r};$$

Nous avons aussi $\frac{\text{cot. } \theta}{\frac{1}{2}\ \pi} = \text{tang. } CAC'$ *fig.* 28

Mais AB, *fig.* 27, étant le rayon, AC représente
cante.

et $\frac{\text{cot. } \theta \text{ séc. } \theta}{\frac{1}{2}\ \pi} = \frac{\text{cosec. } \theta}{\frac{1}{2}\ \pi} = CC'$ *fig.* 28.

Ces valeurs des perpendiculaires B B' *fig.* 29 et
fig. 28, sont celles qui se rapportent au niveau de
du cylindre, où, sauf les cas d'une très-grande obli
la dernière est toujours la plus grande. Il nous
maintenant à déterminer à quelle hauteur au-dess
l'axe se trouve le point où ces deux valeurs devie
égales. Soit τ, en ce point, l'angle du rayon de la s
droite, avec l'horizon ; il est facile de voir que la tar
trigonométrique de l'angle que la tangente géomé
à l'hélice intradossale fait avec l'horizon, diminue
le rapport de *cos.* τ à 1, par conséquent la tangen

l'angle intérieur, au point cherché, sera $\frac{\text{cosec. } \theta \text{ c}}{\frac{1}{2}\ \pi}$

Soit maintenant E., fig. 29, le point cherché sur l'e
de tête. Tirons E F parallèlement à A C, C G D H
moitié du demi-cercle ; alors G C D = τ, F C = r

$\ldots = r \cos.\tau$, $EF = r\cos.\tau\ \mathrm{cosec.}\,\theta$, et $CO = \frac{\cot.^2\theta}{\frac{1}{2}\pi}(r+e)$, alors $\mathrm{tang.}\ IEK = \frac{CO + FC}{EF}$

$$= \frac{\left(\frac{\cot.^2\theta}{\frac{1}{2}\pi}(r+e)\right) + (r\sin.\tau)}{r\cos.\tau\ \mathrm{cosec.}\,\theta}.$$

En égalant les valeurs des angles intérieur et extérieu[r] nous avons :

$$\frac{\mathrm{cosec.}\,\theta\cos.\tau}{\frac{1}{2}\pi} = \frac{\left(\frac{\cot.^2\theta}{\frac{1}{2}\pi}(r+c)\right) + r\sin.\tau}{r\cos.\tau\ \mathrm{cosec.}\,\theta};$$

d'où nous tirons :

$$\mathrm{Sin.}\,\tau = \sqrt{\left(1 - \frac{r+e}{r}\cos.^2\theta\right) + \left(\frac{\pi}{4}\,\mathrm{i\ n.}^2\theta\right)^2} - \frac{\pi}{4}\sin.^2\theta. \quad (1)$$

La valeur de *sin.* τ, telle qu'elle est donnée par cett[e] expression, diminue évidemment en même temps qu[e] l'angle θ, par conséquent plus l'obliquité du pont ser[a] grande plus le point où la poussée de la voûte est pa-rallèle au plan de tête se rapprochera du niveau de l'ax[e] du cylindre.

Si, dans cette équation, nous faisons *sin.* $\tau = 0$, nou[s] obtiendrons les conditions qui doivent être satisfaites, pour que la poussée soit parallèle au plan de tête, au niveau de l'axe ; cela arrivera ,

$$\text{Quand}\ \mathrm{séc.}\,\theta = \sqrt{\frac{r+e}{r}} \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\text{Ou quand}\ c = r(\mathrm{séc.}^2\theta - 1). \quad (3)$$

On doit remarquer maintenant, que la ligne AC, fig.

représente séc. θ rapportée au rayon AB, et doit, par c

séquent ërte égale à $\sqrt{\frac{r+c}{r}}$ pour que BC puisse

horisontale, et il est évident que plus on prendra θ p
plus on s'en approchera.

Cherchons maintenant une expression de la dista
A D, le point D se trouvant sur l'horisontale D B, *fig.*
quand le point C′ est plus haut que le point B. Pren
A D, *fig.* 28 égal à A D, *fig.* 27, et élevons la perp
diculaire D D′, alors D D′, *fig.* 28, devra être éga
B B′ *fig.* 27.

Soit la distance A D = x.

$$\text{alors } DD' = \frac{x \cot.\ \theta}{\frac{1}{2}\pi}$$

$$\text{mais } BB' = \frac{\cot.^2\ \theta \sin.\ \theta}{\frac{1}{2}\pi} \cdot \frac{r+e}{r}$$

égalant la quantité, nous avons

$$\frac{x \cot.\ \theta}{\frac{1}{2}\pi} = \frac{\cot.^2\ \theta \sin.\ \theta}{\frac{1}{2}\pi} \cdot \frac{r+e}{r}$$

d'où nous tirons

$$x = \cos.\ \theta\ \frac{r+e}{r}. \qquad (4)$$

Remarquons ici que si x était égal à *cos.* θ seulem
la ligne B D, *fig.* 27 serait perpendiculaire à A C et
voussoirs tendraient à glisser parallèlement à A C, et
suite n'exerceraient aucune poussée vers le centre

cylindre ; mais comme la valeur de $\frac{r+e}{r}$ est touj

plus grande que l'unité, l'angle A D B sera toujours
petit qu'un angle droit.

près avoir analysé le sujet, nous allons calculer la
:ur de τ pour différents angles pour y parvenir, il est
essaire d'attribuer quelques valeurs particulières à

$\frac{e}{}$ dans l'équation (1).

ans ce qui suit nous avons pris l'épaisseur e égale
ringtième de l'ouverture oblique, elle est donc égale

$\frac{2\,r\ cosec.\ \theta}{20} = \frac{r}{10}$ cosec, θ, ou bien prenant le

on pour unité, elle est simplement $\frac{\text{cosec. } \theta}{10}$.

lous servant de cette valeur de e dans chaque cas, nous
ns :

Quand	$\theta = 65.^\circ$	$\tau = 27.^\circ\ 17'$
	$\theta = 55^\circ$	$\tau = 25.^\circ\ 13'$
	$\theta = 45.^\circ$	$\tau = 21.^\circ\ 47'$
	$\theta = 35.^\circ$	$\tau = 15.^\circ\ 38'$
	$\theta = 25', 40'$	$\tau = 0,\ 00.$

lous ferons observer que le dernier angle donné est
ui pour lequel le point θ descend au niveau de l'axe du
indre, et tout le demi-cercle se trouve en équilibre
ble.

:ette valeur de θ est obtenue ainsi qu'il suit : par l'équation
$e = r\ (sec^2\ \theta - 1)$ ou simplement $(sec.^2\ \theta - 1)$
prenant le rayon pour unité : et, dans les calculs pré-

lents, nous avons pris $e = \frac{cosec.\ \theta,}{10}$, égalant les
eurs nous avons :

$$\frac{cosec.\ \theta}{10} = séc.^2\ \theta - 1 \qquad (5)$$

Si nous exprimons la sécante et la cosécante en fonc-
n de la tangente et du rayon, et si nous substituons
r valeur *ainsi exprimée* dans l'équation (5) nous
ns.

$$\frac{\sqrt{(1+tang.^2\,\theta)}}{10\,tang.\,\theta} = tang.^2\,\theta \quad (6)$$

que l'on peut réduire à

$$Tang.^3\,\theta - 0{,}1\,tang.^2\,\theta - 0{,}01 = o \quad (7)$$

d'où l'on tire tang. $\theta = 0{,}48051 =$ tang. 25.° 40′

Il est évident que θ variera en même temps que e; si l'on avait pris $e = \frac{cosec.\ \theta}{11}$ l'angle θ aurait été é à très-peu près à 25°.

Telle est la sécante naturelle de l'obliquité que l peut donner théoriquement à une voûte dont la sect droite est un demi-cercle et dont, en outre, l'angle joints continus est une fonction de θ égale à celle lui a été assignée d'après les principes du chapitre II.

Il est à remarquer que jusqu'à présent le plus gr nombre des ingénieurs ont regardé l'angle de 45° com la plus grande obliquité que l'on pouvait adopter dans construction des voûtes obliques, et il est problable cette opinion s'est établie par suite de la difficulté qu ont trouvée dans la pratique à établir des arches sous angle d'obliquité, et ils en ont conclu que puisque difficultés augmentaient de 90° à 45°, elles devaient co nuer à croître pour des angles encore plus petits, tan qu'il arrive précisément le contraire, ainsi que cela sulte des recherches précédentes.

Quand nous disons qu'il arrive précisément le contrai c'est dans la supposition que les joints des voussoirs p vent concourir au point que nous avons appelé foy mais il est à remarquer que presque tous les pratici tâchent d'éviter le concours des joints et taillent les l des voussoirs de tête de la voûte de manière qu'ils soi à angle droit sur la tangente à une courbe en ce poi suivant la coutume adoptée par les ingénieurs et architectes de tous les pays. Cette manière de disposer joints est donnée par Nicholson dans son ouvrage la taille des pierres ; mais en l'adoptant on augmente difficulté du travail et on altère la stabilité de la co truction, ce qui est une raison décisive pour la f abandonner.

d les joints résultent de la section de la surface par un plan oblique et que la voûte a pour section in demi-cercle et par suite une demi-ellipse pour oblique, l'arche est comparable à un segment cle et les joints continus sont à peu près à angle ur la ligne de plus grande pression. Une voûte pareillée ressemble beaucoup à celle donnée dans ent ouvrage de M. Seaward, sur la reconstruction t de Londres, où il démontre d'une manière satis- que la manière habituelle d'appareiller une el- est pas bien raisonnée et devient une cause d'insta-

t à remarquer que la stabilité de la partie infé- le la voûte oblique dépend de la valeur relative les intérieur et extérieur ; et que le premier varie *cot.* θ, et le dernier comme $cot.^2 \theta \sin \theta$; mais $\sin \theta = cot. \theta \cos \theta$, donc les angles varient

le rapport de $\frac{1}{\cos. \theta}$ qui s'approchent d'au-

s de l'égalité que θ diminue davantage.

lus *cot.* θ étant plus grand que $cot.^2 \theta$ quand θ s grand que 45°, et l'inverse quand $\theta < 45°$; et ue quand $\theta = 45°$ l'angle intérieur est égal à 32°, qui est approximativement la valeur de l'angle des voussoirs, nous en concluons que l'obliquité est celle qui présente le moins de sécurité pour he *demi-circulaire.*

le viaduc du chemin de fer de Londres à Bir- m, à la traversée de la route de Watford, l'arche i-circulaire et oblique à 55°. L'angle $\theta = 24°, 52$ spond à la hauteur du septième voussoir à partir issance au-dessus de ce niveau la voûte est conso- r des armatures en fer placées dans la maçonnerie trados Nous n'avions point alors établi la for- i donne la valeur de θ, mais l'on obtint par l'expé- n laissant descendre librement une petite sphère t de chaque voussoir, à partir du plus bas, jusqu'à la ligne ainsi parcourue fût parallèle au plan de *l'arche, ou à* B A *fig.* 27 ; cette expérience fut *un modèle* de la voûte.

Il est nécessaire de se rappeler que si dans la c truction d'une arche on supprime, ainsi que cela de être, la partie au-dessous de τ, alors l'angle inté doit avoir la valeur trouvée pour le demi-cercle e point être déterminée par la formule relative au ment, déterminée dans le chapitre II.

Dans l'équation (1) la valeur de τ résulte de cel l'angle héliçoïdal de l'intrados, ainsi que nous l'a déterminé pour une voûte dont la section droite est s circulaire, ou quand la tangente de cet angle $= \frac{cot.}{\frac{1}{2}}$

mais la tangente de cet angle dans l'arche segmen est égale à $\frac{c}{a}$ cot. θ, si nous substituons cette der à la première, nous obtenons en suivant la même ma que précédemment, l'équation suivante :

$$\frac{c}{a} \, cosec.\, \theta \; cos.\, \tau = \frac{\frac{c}{a}\,(r+e)\; cot.^2\, \theta + r \; sin}{r \; cos.\, \tau \; cosec.\, \theta}$$

d'où l'on tire :

$$sin.\, \tau = \sqrt{\left\{\left(1 - \frac{r+e}{r}\, cos.^2\, \theta\right) + \left(\frac{a}{2c}\, sin.^2 \theta\right)^2\right.}$$

$$\frac{a}{2\,c}\; sin.^2\, \theta \qquad (8)$$

Il est à observer que la seule différence entre c dernière équation et celle n.° (1) est dans le coëfficien $sin.^2\, \theta$, qui est $\frac{a}{2\,c}$ au lieu de $\frac{\pi}{4}$, mais quand le ment devient égal au demi-cercle $\frac{a}{2\,c} = \frac{\pi}{4}$. Cette nière équation est donc générale et applicable au de cercle et au segment.

Quelques personnes peuvent être portées à croire l'on peut se dispenser de cette exactitude, parce que plus souvent on construit, les ponts surtout, sans auc notion de la théorie. Cela s'explique si l'on remarque les projets des constructions qui restent debout ont copiés, tandis que ceux qui tombent ne l'ont pas été, plus on sait qu'il est difficile de construire un pont de ites dimensions qui ne puisse résister. Mais pour

point se risquer à construire un pont oblique de
eds d'ouverture bien qu'il sût que l'on en avait cons-
e plus petits. Nous n'hésitons point à avancer qu'il
s praticable et même parfaitement sûr de construire
rches obliques de toutes dimentions, il n'y a pas
es limites que celles applicables aux voûtes droites,
à-dire la résistance des matériaux.

s tout cet ouvrage nous n'avons traité que des voûtes
es à section droite demi-circulaire, parce que notre
n est que l'on ne doit en construire que de cette
e.

us n'ignorons pas qu'il existe des arches obliques a
n droite elliptique, mais nous les regardons comme
uant de stabilité, elles sont d'ailleurs plus difficiles
cuter, et conséquemment plus dispendieuses surtout
açonnerie. Et après avoir approfondi ce sujet autant
ous en sommes capables, nous pensons qu'elles ne
orteut point de formules simples telles que celles
ous avons établies pour les voûtes obliques à section
e demi-circulaire. Nous ne pensons pas qu'il puisse
s se présenter un concours de circonstances suscep-
de forcer l'ingénieur à construire une voûte ellip-
et par ces motifs nous les rejetons entièrement ; ce-
nt nous verrions avec plaisir que quelqu'un appro-
t ce sujet et nous fît voir notre erreur, si en effet
en faisons une.

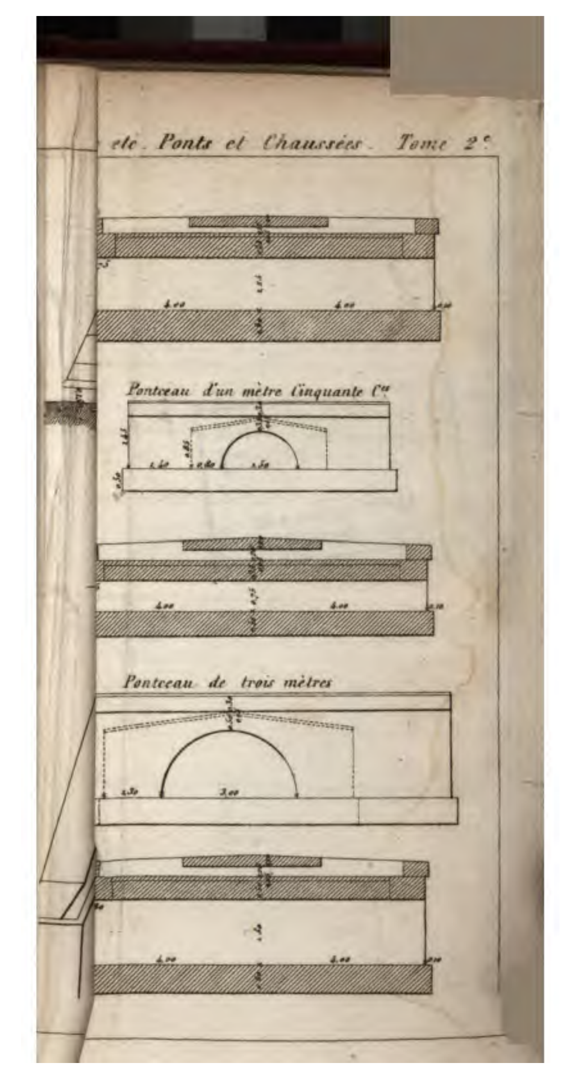
ADDITION.

n qu'elle n'ait pas un rapport direct avec le sujet qui
d'être traité, l'auteur pense qu'il ne sera pas tout-à-
nutile de donner la table suivante des équivalents
nométriques, qu'il a construite pour son usage parti-
r, dans l'étude de divers sujets intéressant les in-
urs. Elle est d'une forme nouvelle et elle pourra être
grand usage dans les calculs où l'on se sert de lignes
nométriques.

*s quotiens et les produits des lignes indiquées dans
mière colonne verticale et dans la première ligne
ntale se trouvent* à la rencontre de ces lignes.

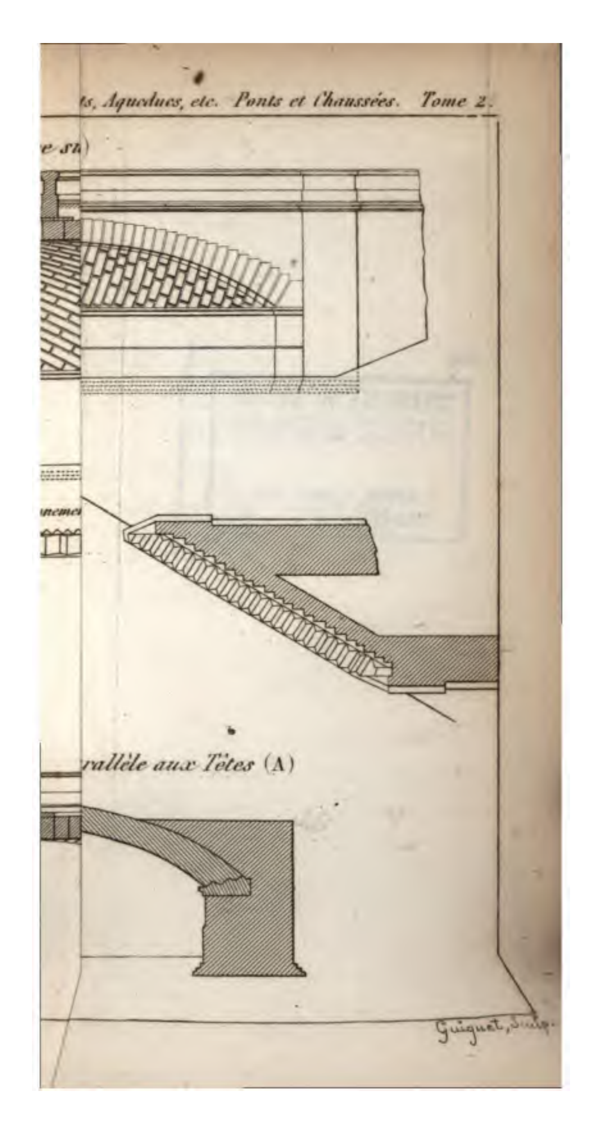
ÉQUIVALENTS TRIGONOMÉTRIQUES.

	DIVISÉ PAR						MULTIPLIÉ PAR				
	SIN.	COSCE.	TANG.	COT.	SEC.	COS.	SIN.	COSEC.	TANG.	COT.	SEC.
sin.	1	$sin.^2$	cos.	sin. tang.	sin. cos.	tang.	$sin.^2$	rayon	$\frac{sin.}{cot.}$	cos.	tang.
cosec.	$cosec.^2$	1	cosec. cot.	sec.	cot.	cosec. sec.	rayon	$cosec.^2$	sec.	$\frac{cosec.}{tang.}$	$\frac{cosec.}{cos.}$
tang.	sec.	tang. sin.	1	$tang.^2$	sin.	tang. sec.	$\frac{sin.}{cot.}$	sec.	$tang.^2$	rayon	$\frac{tang.}{cos.}$
cot.	$\frac{cosec.}{tang.}$	cos.	$cot.^2$	1	$\frac{cos.}{tang.}$	cosec.	cos.	$\frac{cosec.}{tang.}$	rayon	$cot.^2$	cosec.
sec.	sec. cosec. $\frac{cosec.}{cos.}$	tang.	cosec.	sec. tang.	1	$sec.^2$	tang.	$\frac{cosec.}{cos.}$	$\frac{tang.}{cos.}$	cosec.	$sec.^2$
	cot.	$\frac{sin.}{cosec.}$ sin. cos.	$\frac{cot.}{sec.}$	sin.	$cos.^2$	1	$\frac{sin.}{sec.}$	cot.	sin.	$\frac{cot.}{sec.}$	rayon



Ponteau d'un mètre Cinquante Ces
Ponteau de trois mètres
4.00
4.00
1.50
3.00


PUBLIC
ASTOR,
TILDEN


ts, Aqueducs, etc. Ponts et Chaussées. Tome 2.
e st)
nemen
rallèle aux Têtes (A)
Guiguet, Sculp.



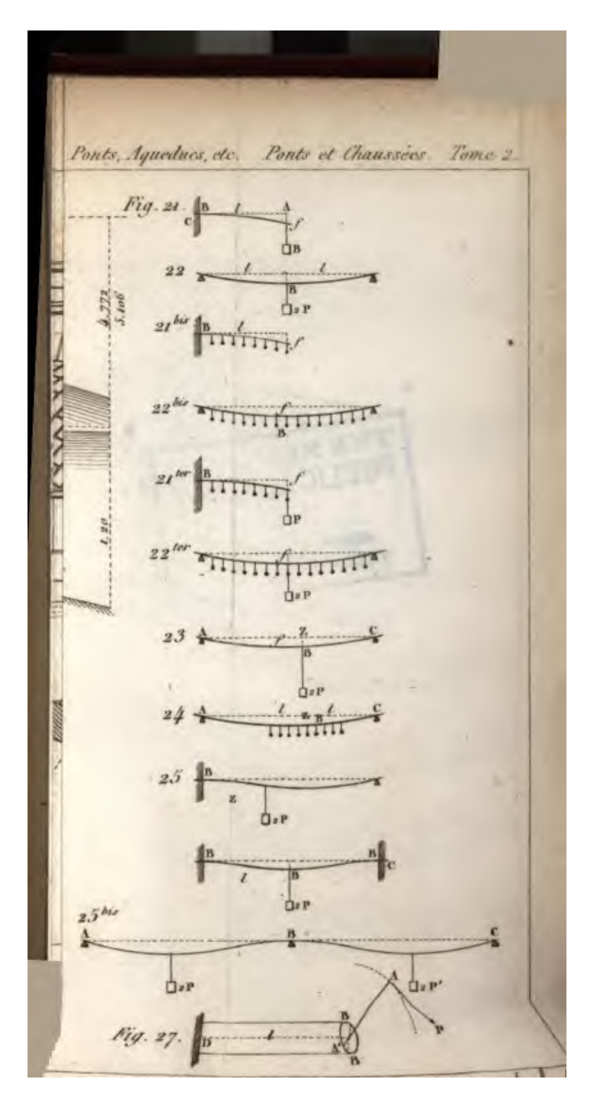
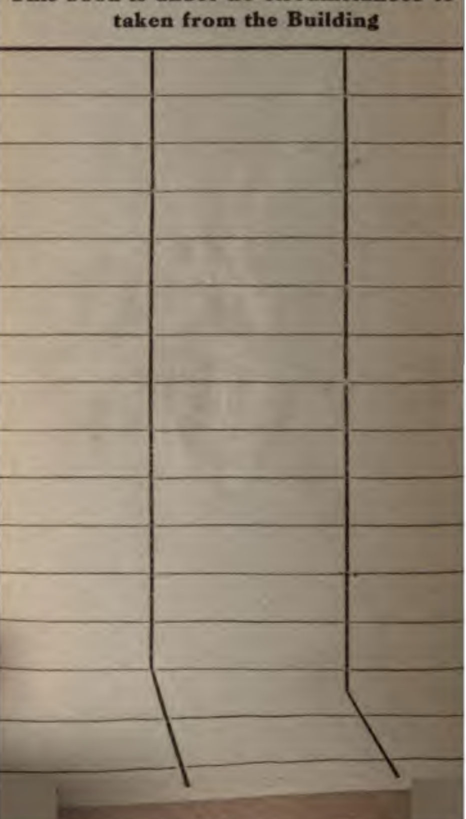
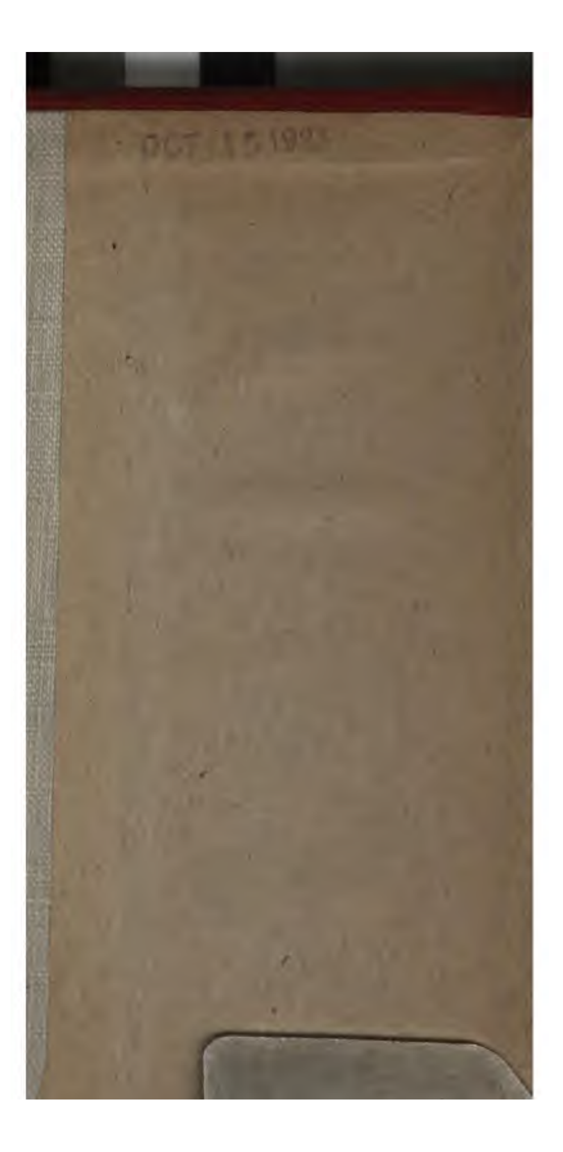


Fig. 21.
22
21 bis
22 bis
21 ter
22 ter
23
24
25
25 bis
Fig. 27.
4.772
5.106
1.20






OCT 15 19

